دانش
کشاورزی و تولید پایدار

Journal of Agricultural Science and Sustainable Production
Volume 36, Issue 1, 2026, Pages 1-13

Journal URL: https://sustainagriculture.tabrizu.ac.ir
Online ISSN: 2476-4329

Yield Response of Promising Safflower Genotypes to different Sowing Dates in the Marginal Lands of the Cold Climate in Tabriz Plain

Bahman Pasban Eslam[1*], Roghayeh Solhi-Khajehmarjan[2], Hamid Jabbari[3], Behnam Nikpour[4], Hamed Mabudi Bilasvar[5]

Received: 04 February 2025	Accepted: 29 June 2025

1- Assoc. Prof., Crop and Horticultural Science Research Dept., East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
2- Researcher, Crop and Horticultural Science Research Dept., East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
3- Seed and Plant Improvement Institute, AREEO, Karaj, Iran.
4- MSc. East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran
5- Researcher, Crop and Horticultural Science Research Dept., East Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Tabriz, Iran.
Corresponding Author E-mail: b_pasbaneslam@yahoo.com

Abstract

Background & Objectives Safflower as an adaptable oilseed crop to marginal areas, has an important role in edible oil production. Suitable planting date of safflower in cold climates has important role in preventing of cold damages during winter and reaching to optimum seed yield. The research was carried out to evaluate the cold tolerance, seed and oil yields of promising safflower genotypes during different sowing dates in the marginal areas of the Tabriz Plain.

Materials & Methods: The experiment was carried out as a split plot based on a randomized complete block design with three replications during 2023-2024 at the East Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. The main factor was the planting date (5, 15 and 25 September and 5 October). The promising safflower genotypes were used as sub plot (1-37, 2-37, Mexico14, Mexico295, and Golemehr). During the experiment, the traits of the cold damage percent, leaf chlorophyll, plant height, capitulum diameter, seed yield components, seed oil percent, seed and oil yields were determined.

Results: The effects of planting date and genotype on plant height, number of seeds per capitulum, seed and oil yields were significant. The interaction effect of studied factors on the cold damage percentage, main stem diameter, capitula per plant and harvest index were significant. The highest seed and oil yields were obtained from 5 and 15 September planting dates. Among the studied genotypes, Mexico14, Mexico295, and Golemehr had higher seed and oil yields, respectively. Among the studied traits, plant height, main stem diameter, number of capitula per plant and number of seeds per capitulum indicated positive and significant correlation with seed yield.

Conclusion: It seems that cultivation of Mexico14, Mexico295, and Golemehr genotypes during 15th to 25th of September in the marginal areas of cold climate of Tabriz plain, by preventing cold damages can develop the safflower cultivation in the marginal areas of Tabriz plain.

Keywords: Field Cold Damage, Late Season Planting, Number of Capitula per Plant, Seed Oil Percent, Seed Yield

This is an open-access article under the CC BY NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/)
Copyright@ 2026 Bahman Pasban Eslam E-mail: b_pasbaneslam@yahoo.com
https://doi.org/10.22034/saps.2025.65796.3339

نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۵، صفحات ۱۳-۱

دانش کشاورزی و تولید پایدار

پاسخ عملکرد ژنوتیپ‌های امید بخش گلرنگ به تاریخ‌های کاشت مختلف در اراضی کم‌بازده اقلیم سرد دشت تبریز

بهمن پاسبان اسلام[۱*]، رقیه صلحی خواجه‌مرجان[۲]، حمید جباری[۳]، بهنام نیکپور[۴]، حامد معبودی بیله‌سوار[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۶	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۰۸

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 - پژوهشگر 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
۳- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴- کارشناس ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، 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

چکیده

مقدمه و اهداف: گلرنگ به‌عنوان دانه روغنی سازگار به اراضی کم‌بازده، نقش مهمی در تولید روغن خوراکی دارد. کاشت به‌هنگام گلرنگ در مناطق سرد نقش تعیین کننده‌ای در جلوگیری از سرمازدگی زمستانه و دستیابی به عملکرد دانه بهینه دارد. پژوهش به‌منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن و تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های امید بخش گلرنگ طی تاریخ‌های کاشت مختلف در اراضی کم‌بازده دشت تبریز به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها : آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال زراعی ۰۳-۱۴۰۲ در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی پیاده شد. فاکتور اصلی تاریخ کاشت با سطوح: ۱۵ و ۲۵ شهریور و ۴ و ۱۴ مهر ماه بود. فاکتور فرعی ژنوتیپ‌های امید بخش گلرنگ شامل: ۱-۳۷، ۲-۳۷، مکزیک۱۴، مکزیک۲۹۵ و گل مهر بود. در طول آزمایش صفات درصد سرمازدگی، کلروفیل برگ، ارتفاع بوته، قطر طبق، اجزای عملکرد دانه، درصد روغن دانه، عملکرد دانه و روغن تعیین شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان دادند اثرات اصلی تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در طبق، و عملکرد دانه و روغن معنی‌داری گردید. اثر متقابل دو فاکتور بر درصد سرمازدگی مزرعه، قطر ساقه اصلی، تعداد طبق در بوته و شاخص برداشت معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه و روغن از تاریخ‌های کاشت ۱۵ و ۲۵ شهریور ماه به‌دست آمد. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مکزیک۱۴، مکزیک۲۹۵ و گل‌مهر به‌ترتیب بیشترین عملکرد دانه و روغن را داشتند. بین صفات مورد مطالعه، ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، قطر طبق، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند.

نتیجه‌گیری: به‌نظر می‌رسد با کاشت ژنوتیپ‌های مکزیک۱۴، مکزیک۲۹۵ و گل مهر از ۱۵ تا ۲۵ شهریور ماه در اراضی کم‌بازده اقلیم سرد دشت تبریز، از سرمازدگی زراعت جلوگیری شده و امکان توسعه کشت گلرنگ در اراضی کم‌بازده منطقه فراهم خواهد گردید.

واژه های کلیدی: تعداد طبق در بوته، درصد روغن دانه، سرمازدگی مزرعه، عملکرد دانه، کاشت دیر هنگام

مقدمه

گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) از دانه‌های روغنی با اهمیت و سازگار با اغلب اقلیم‌های زراعی جهان می‌باشد (تنگ و همکاران 2010). مناطق تولید و کشت گلرنگ عمدتاً اراضی کم‌بازده ومواجه با تنش مانند مناطق کم باران یا شور هستند. با توجه به شرایط آب و هوایی کشور و کاهش روز افزون آب در دسترس کشاورزان، اهمیت گیاهان سازگار با شرایط نامساعد اقلیمی دو چندان می‌شود. گلرنگ به‌علت نقشی که در تأمین روغن خوراکی می‌تواند داشته باشد، از اهمیت بسزایی برخوردار است (بورتولهیرو و سیلوا ۲۰۱۷). امروزه گلرنگ به‌دلیل قابلیت‌های زیادی از قبیل قدرت سازگاری بالا، تحمل به سرما، تحمل به خشکی، شوری و قلیایی بودن بالای خاک از یک سو و بالا بودن کیفیت روغن آن از سوی دیگر، در بسیاری از مناطق زراعی دنیا کشت می‌شود (کوتروباس و همکاران ۲۰۲۱). بر اساس نوع پوست دانه، درصد روغن دانه گلرنگ بین ۲۰ تا ۴۵ درصد متغییر است. روغن گلرنگ با دارا بودن بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع، بخصوص اسید لینولئیک (۱۸:۲) و اولئیک (۱۸:۱) همواره به‌عنوان یک روغن گیاهی با ارزش مطرح بوده است. چندین عامل کلیدی بر کیفیت بذر و ویژگی‌های رشد در گلرنگ موثر می‌باشند. انتخاب ژنوتیپ مناسب، شرایط محیطی و شیوه‌های زراعی به‌کار گرفته شده در طول کشت از جمله این عوامل هستند (کوتروباس و همکاران ۲۰۰۹). از میان عوامل مختلف زراعی موثر بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، تاریخ کاشت مناسب یکی از موثرترین عوامل در موفقیت زراعت و دستیابی به محصول اقتصادی قابل قبول است (کلپن a۲۰۲۳). تاریخ کاشت گلرنگ در کشورهایی که محدودیت‌های محیطی چالش برانگیزی مانند تغییرات قابل توجه دما دارند به‌عنوان یک عامل مهم در تولید تلقی می‌شود (ال بی و همکاران ۲۰۲۱). کشت زودهنگام ارقام زودرس گلرنگ پاییزه در مناطق معتدل سرد و سرد به‌دلیل طول دوره روزت کوتاه توصیه نمی‌شود. افزایش احتمالی دما در اواخر پاییز و زمستان ممکن است موجب ساقه‌روی و آسیب به گیاه شود (جانسون و همکاران ۲۰۰۶). به‌طورکلی تعیین تاریخ کاشت بهینه به‌عنوان یک عامل اساسی برای به حداکثر رساندن عملکرد دانه و جلوگیری از سرمازدگی مزرعه حایز اهمیت است (کاناپیکاس و همکاران ۲۰۲۴). مطالعات نشان می‌دهند که تاریخ کاشت و نوع ژنوتیپ انتخاب شده برای کشت در گلرنگ می‌توانند بر اساس شرایط اکولوژیکی خاص هر منطقه تغییر کنند. انتخاب ارقام مناسب یک جنبه محوری در مدیریت سیستم‌های زراعی است که به‌هنگام تعیین تاریخ کاشت برای تولید بهینه محصول، اهمیت دوچندان پیدا می‌کند (پاسبان اسلام ۲۰۱۵). برخی از محققان اظهار داشتند که با تأخیر در کاشت، عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ پاییزه به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد (میرزاخانی و همکاران ۲۰۰۹). بصیری و همکاران (۲۰۲۲) با مطالعه عملکرد دانه و روغن گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای مختلف تاریخ کاشت و آبیاری در مراحل مختلف فنولوژیک نشان دادند ویژگی‌های ریخت شناسی، عملکرد و کیفیت دانه و روغن در کاشت زودهنگام به‌طور قابل توجهی بالاتر از کاشت تأخیری بوده است. نتایج بررسی اثر تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۳۰ آبان و ۱۵ آذر) بر عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ پاییزه در کرمانشاه نشان داد که گیاهان حاصل از تاریخ کاشت اول بیشترین ارتفاع بوته را داشتند. همچنین تعداد طبق در بوته با تأخیر در تاریخ کاشت، کاهش یافت. کمترین تعداد طبق در بوته از تاریخ کاشت سوم حاصل شد (شمس و همکاران ۲۰۰۸). سامپائو و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که عملکرد روغن گلرنگ در برزیل در کشت زودهنگام (۹۹۲ کیلوگرم در هکتار) ۱۵ درصد بیشتر از کشت دیرهنگام (۸۵۸ کیلوگرم در هکتار) به ثبت رسیده است. محققان معتقدند که تأخیر در کاشت گلرنگ پاییزه موجب کاهش

عملکرد دانه و روغن ،اسیدهای چرب استئاریک و پالمیتیک می‌شود، ولی میزان اسید اولئیک و اسید لینولئیک را افزایش می‌دهد (سامانجی و اوزکاینک ۲۰۰۳). یکی از مهم‌ترین مشکلات زراعت گلرنگ، طول دوره رشد زیاد این گیاه است به‌طوری که زمان رسیدگی گلرنگ چند هفته پس از برداشت گندم و کلزا اتفاق می‌افتد. تا به‌حال تمامی ارقام گلرنگ معرفی شده در کشور طول دوره رشد زیادی داشته‌اند و لاین‌های زودرس و با پتانسیل عملکرد دانه زیاد که برای کشت‌های تأخیری نیز مناسب باشند، معرفی نشده است. همچنین کشت پاییزه ژنوتیپ‌های زودرس و میان‌رس گلرنگ در اقلیم‌های سرد کشور باعث به ساقه رفتن آنها در اواخر پاییز شده و در نهایت منجر به سرمازدگی و از بین رفتن مزرعه در طول زمستان خواهد شد (پاسبان‌اسلام ۲۰۰۶).

مطالعه حاضر به‌منظور ارزیابی برخی از ویژگی‌های ریخت شناسی مرتبط با محصول‌دهی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه و روغن و تحمل به سرمای ژنوتیپ‌های امید بخش گلرنگ طی تاریخ‌های کاشت مختلف در اراضی کم‌بازده اقلیم سرد دشت تبریز به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

پژوهش در ایستگاه زراعی خسروشاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی واقع در دشت تبریز پیاده شد.این ایستگاه دارای ارتفاع ۱۳۴۷ متر از سطح آب‌های آزاد و طول جغرافیایی ۲۶ درجه و ۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی طی سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲ می‌باشد. اطلاعات هواشناسی ایستگاه طی دوره مطالعه در جدول یک آمده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. عامل تاریخ کاشت در ۴ سطح شامل: ۱۵ و ۲۵ شهریور ماه و۴ و ۱۴ مهر ماه به‌عنوان فاکتور اصلی و ژنوتیپ-های امید بخش گلرنگ در ۵ سطح شامل ۱-۳۷، ۲-۳۷، مکزیک۱۴، مکزیک۲۹۵ و گل مهر به‌عنوان فاکتور فرعی به‌کار رفتند. هر کرت فرعی شامل شش ردیف به‌طول ۵ متر با فاصله ردیف‌های کاشت ۲۴ سانتی‌متر بود. کاشت در دوطرف پشته‌هایی به‌فاصله ۵۰ سانتی‌متر صورت گرفت. فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری مزرعه به‌صورت سیفونی انجام شد. کوددهی مزرعه براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۲) شامل کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم اوره، ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل قبل از کاشت و استفاده از کود اوره به‌صورت سرک به مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار طی زمان شروع گلدهی بود. به‌هنگام غنچه‌دهی بوته‌ها بر علیه مگس گلرنگ با سم دیازینون مبارزه گردید.

جدول۱- اطلاعات هواشناسی ایستگاه خسروشاه تبریز طی دوره آزمایش در سال زراعی ۱۴۰۳-۱۴۰۲

ماه‌های سال	میانگین دمای حداقل (°C)	میانگین دمای حداکثر (°C)	میانگین کل دما (°C)	مجموع بارندگی (mm)	میانگین رطوبت نسبی هوا (٪)	مجموع تبخیر (mm)
مهر	۱۰/۹	۲۳	۱۷	۱۸/۵	۴۹	۱۴۱
آبان	۷/۰	۱۸/۸	۱۲/۹	۶/۶	۵۳	۷۲/۸
آذر	۰/۴	۱۱/۳	۵/۹	۲۶/۶	۵۵	۰
دی	-۰/۱	۹/۴	۴/۲	۳۰/۸	۶۲	۰
بهمن	-۱/۵	۷/۶	۳/۱	۵۲/۳	۷۰	۰
اسفند	-۰/۳	۱۱/۱	۵/۴	۱۷/۸	۵۵	۰
فروردین	۵/۵	۱۷/۷	۱۱/۶	۶۵/۷	۴۹	۵۶/۲
اردیبهشت	۹/۴	۲۲/۷	۱۶	۳۵/۵	۳۵/۵	۱۴۶/۷
خرداد	۱۴/۶	۲۹/۸	۲۲/۲	۲۷/۲	۴۳	۳۰۰/۸

اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه

برای اندازه‌گیری صفاتی مانند ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، قطر طبق و اجزای عملکرد دانه تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت آزمایشی انتخاب شده و به‌کار رفتند. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل متردستی مدل CCM-200 ساخت کشور

آمریکا استفاده شد. همچنین برای اندازه‌گیری درصد سرمازدگی مزرعه، در هر کرت آزمایشی تمام بوته‌ها قبل و بعد از دوره سرمای زمستان شمارش و درصد بوته‌های سرمازده و از بین رفته تعیین گردید. در زمان رسیدگی محصول (۲۰ تیر ماه) و پس از حذف حاشیه‌ها همه بوته‌های هر کرت برداشت و برای تعیین عملکرد دانه و شاخص برداشت به‌کار رفت. وزن هزار دانه در هر واحد آزمایشی با استفاده از ۸ تکرار ۱۰۰ دانه‌ای و تعیین میانگین نمونه‌ها محاسبه شد. برای تعیین شاخص برداشت دانه از رابطه یک استفاده گردید.

رابطه (۱)

شاخص برداشت (درصد) = (وزن دانه + کاه / عملکرد دانه) ×۱۰۰

درصد روغن دانه‌ها با استفاده از دستگاه NMR در آزمایشگاه روغن بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تعیین گردید. درنهایت عملکرد روغن بر اساس رابطه دو محاسبه شد.

رابطه (۲)

عملکرد روغن = درصد روغن × عملکرد دانه

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزار آماری MSTATC انجام گرفت. مقایسه میانگین‌داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد وآنالیز همبستگی بین صفات با نرم افزار XLSTAT 2018 صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول سه آمده است. اثر فاکتور تاریخ کاشت روی درصد سرمازدگی مزرعه، قطر ساقه اصلی، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و روغن و شاخص برداشت معنی‌دار شد. همچنین اثر فاکتور ژنوتیپ روی همه صفات مورد مطالعه به‌جز شاخص کلروفیل معنی‌دار گردید. اثر متقابل فاکتورهای مورد مطالعه روی درصد سرمازدگی مزرعه، قطر ساقه اصلی، تعداد طبق در بوته و شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳).

درصد سرمازدگی مزرعه

مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادند که با تاخیر در کاشت از ۱۵ شهریور ماه تا ۱۴ مهر ماه درصد سرمازدگی مزرعه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد ولی مقدار این افزایش در دو تاریخ کاشت ۴ و ۱۴ مهر ماه بیشتر از ۱۵ و ۲۵ شهریور ماه بود (جدول ۵). ژنوتیپ ۱-۳۷ در همه تاریخ‌های کاشت به‌طور معنی‌داری بیشترین درصد سرمازدگی را داشت و ژنوتیپ ۲-۳۷ در رتبه بعدی قرار گرفت. ژنوتیپ‌های مکزیک۱۴، مکزیک۲۹۵ و گل‌مهر در همه تاریخ‌های کاشت کمترین درصد سرمازدگی را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). بنابراین درصورت کاشت ژنوتیپ‌های مکزیک۱۴، مکزیک۲۹۵ و گل‌مهر در تاریخ‌های ۱۵ لغایت ۲۵ شهریور ماه در اراضی کم‌بازده و اقلیم سرد دشت تبریز، تنش سرمای زمستان اثر معنی‌داری روی بقای زمستانی بوته‌ها نخواهد داشت. در کشت‌های دیرهنگام با توجه به مقادیر دمایی واقع شده، گیاهان فرصت کافی رشد و رسیدن به مرحله روزت متحمل به سرما را نخواهد داشت (جدول ۱). محققان دریافتند اگر کاشت بذر با تأخیر انجام گیرد، فاصله زمانی ظهور دو برگ متوالی در مرحله روزت طولانی شده و در نتیجه گیاه تحمل کافی در برابر سرما را نخواهد داشت (دامی و کازونلی ۲۰۲۰). با توجه به وجود تنوع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌های گلرنگ از نظر تحمل به سرمای زمستان (کلپن b ۲۰۲۳)، امکان شناسایی انواع سازگار و متحمل به سرما برای کشت در راضی کم‌بازده اقلیم‌های سرد وجود دارد.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های گلرنگ طی تاریخ‌های کاشت مختلف در ایستگاه خسرو شاه طی سال زراعی۱۴۰۳-۱۴۰۲.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		درصد سرمازدگی مزرعه	شاخص کلروفیل	ارتفاع بوته	قطر ساقه اصلی	قطر طبق	تعداد طبق در بوته
تکرار	۲	۲۶/۷۱*	۳۳۲/۱۵	۱۹۷/۱۸	۱/۰۴	۴۷/۴۶	۸/۱۲*
تاریخ کاشت	۳	۵۸۰/۴۱**	۱۵۷/۶۳	۳۴۴/۴۰	۲۳/۰۳**	۲/۶۴	۵۲/۲۹**
خطای اصلی	۶	۴/۶۵	۲۲۸/۶۱	۶۶۱/۱۸	۱/۴۶	۴/۴۲	۱/۱۰
ژنوتیپ	۴	۷۳۹۳/۱۴**	۲۹۱/۷۸	۳۶۸۰/۴۱**	۳۵/۰۷**	۴۰/۹۸**	۱۴/۹۰*
تاریخ کاشت × ژنوتیپ	۱۲	۳۶/۱۵**	۲۸۹/۶۳	۲۵۹/۲۸	۱۷/۵۵**	۲/۱۲	۱۳/۷۷**
خطای فرعی	۳۲	۶/۹۳	۱۸۲/۳۲	۱۵۸/۷۳	۳/۴۷	۲/۹۱	۴/۸۱
ضریب تغییرات (٪)		۷/۹۴	۱۳/۵۴	۱۲/۲۸	۱۷/۳۲	۷/۲۱	۲۱/۳۴

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد می‌باشد.

ادامه جدول ۳

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۱/۴۴	۲۱/۱۴	۲۵۸۰۱۸/۴۵	۴۸/۰۷	۸۹۵۴۱	۱۲/۵۶
تاریخ کاشت	۳	۴۷/۰۰*	۳/۷۰	۱۹۲۱۷۶۷/۷۷**	۱۳/۴۱	۱۸۷۲۳۹*	۳۵۸/۹۴**
خطای اصلی	۶	۱۰/۵۰	۴۳/۵۸	۱۷۱۸۳۲/۰۲	۲۷/۸۹	۳۸۲۳۱	۵/۸۱
ژنوتیپ	۴	۴۳۸/۳۲**	۳۵/۶۳**	۲۲۹۳۶۷۰۴/۱۶**	۱۴/۵۵*	۱۷۲۶۵۳۱**	۷۶۵/۷۵**
تاریخ کاشت × ژنوتیپ	۱۲	۶۳/۰۱	۶/۵۵	۱۷۹۹۶۱/۰۵	۶/۴۷	۱۹۰۹۴	۷۵/۲۳**
خطای فرعی	۳۲	۱۲/۵۳	۵/۰۹	۹۳۸۱۳/۶۳	۴/۳۵	۱۲۴۵۵	۴/۷۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۷۷	۶/۴۵	۱۲/۷۹	۷/۴۷	۱۶/۷۳	۱۱/۰۹

*و** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و یک درصد می‌باشد.

ارتفاع بوته

بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری دیده شد. این تفاوت‌ها ناشی از نوع ژنوتیپ بودند. بیشترین ارتفاع بوته به ژنوتیپ مکزیک۱۴ با ۱۱۶/۷ سانتی‌متر تعلق داشت که با ژنوتیپ‌های مکزیک۲۹۵ و گل‌مهر در یک گروه آماری قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های ۱-۳۷ و ۲-۳۷ به ترتیب با ۷۶/۹ و ۹۱/۸۶ سانتی‌متر، ارتفاع بوته کمتری را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در مطالعات پاسبان اسلام (۲۰۲۲) نیز تنوع معنی‌داری در ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های گلرنگ گزارش شده است. بالا بودن ارتفاع بوته در گلرنگ یک مزیت محسوب شده و امکان برداشت مکانیزه را فراهم خواهد نمود.

قطر ساقه

اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر صفت قطر ساقه اصلی گیاهان گلرنگ معنی‌دار گردید (جدول ۳). به‌طوری که بیشترین قطر ساقه با ۱۸/۳۴ میلی‌متر

متعلق به ژنوتیپ مکزیک۲۹۵ در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور ماه بود و با قطر ساقه رقم گل‌مهر (۱۵/۵۰ میلی‌متر) حاصل از کاشت ۲۵ شهریور ماه در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین مقدار صفت مذکور با ۶/۹۲ میلی‌متر در ژنوتیپ ۱-۳۷ طی تاریخ کاشت ۲۵ شهریور ماه ثبت شد، البته بین ژنوتیپ ۱-۳۷ با ژنوتیپ‌های دیگر در تاریخ‌های کاشت ۴ و ۱۴ مهر ماه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. کاهش قطر ساقه اصلی با تأخیر در کاشت در ژنوتیپ‌های ۱-۳۷ و مکزیک۲۹۵ مشاهده گردید. قطر ساقه مکزیک۲۹۵ حاصل از کاشت ۱۵ شهریور ماه با ۱۸/۳۴ میلی‌متر در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۴ مهر ماه حدود ۴۹ درصد کاهش نشان داد (جدول ۶). بیشتر بودن قطر ساقه در کاشت زود هنگام می‌تواند با رشد رویشی طولانی‌تر و در نتیجه ذخیره شدن حجم بیشتر مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز گیاه در ساقه مرتبط باشد که سبب افزایش رشد قطر ساقه گردیده است (بهدانی و جامی ۲۰۰۸)، همچنین همبستگی معنی‌داری بین قطر ساقه اصلی با ارتفاع بوته، درصد سرمازدگی مزرعه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و روغن و شاخص برداشت دیده شد (جدول ۷). چنین داده‌هایی نشان دهنده محصول‌دهی بیشتر گیاهان با ساقه قطورتر است که حاصل تاریخ کاشت‌های به‌هنگام می‌باشند. به‌نظر می‌رسد ذخایر ساقه‌ای در زمان پرشدن دانه نقش مهمی در تامین وزن دانه‌ها داشته باشند. این امر در شرایط دشوار محیطی و اراضی کم‌بازده برجسته‌تر می‌باشد.

جدول ۴- میانگین ارتفاع بوته، اجزای عملکرد، عملکردانه و روغن ژنوتیپ‌های گلرنگ در ایستگاه خسروشاه طی سال زراعی ۱۴۰۲-۴۰۳

ژنوتیپ	ارتفاع بوته (cm)	قطر طبق (mm)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	درصد روغن (٪)	عملکرد روغن ($kg.ha^{-1}$)
۱-۳۷	۷۶/۹ c	۲۰/۹ c	۱۸/۹ b	۳۶/۰ ab	۹۰۵ c	۲۷/۱ b	۲۴۵ d
۲-۳۷	۹۱/۸ b	۲۲/۸ bc	۱۹/۶ b	۳۶/۵ a	۸۶۶ c	۲۹/۸ a	۲۵۸ d
مکزیک۱۴	۱۱۶/۷ a	۲۵/۸ a	۳۱/۹ a	۳۵/۷ ab	۳۵۶۸ a	۲۷/۷ b	۹۸۹ a
مکزیک۲۹۵	۱۱۴/۰ a	۲۳/۹ ab	۳۰/۱ a	۳۳/۶ bc	۳۴۱۶ ab	۲۷/۸ b	۹۵۲ b
گل‌مهر	۱۱۳/۷ a	۲۴/۷ ab	۲۸/۰ a	۳۲/۵ c	۳۲۱۴ b	۲۷/۱ b	۸۷۱ c

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۵- اثر تاریخ‌های کاشت بر میانگین تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و روغن طی سال زراعی ۱۴۰۲-۴۰۳.

تاریخ کاشت	تعداد دانه در طبق	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد روغن
۱۵ شهریور ماه	۲۷/۷ a	۲۷۴۲ a	۷۷۷ a
۲۵ شهریور ماه	۲۶/۷ ab	۲۶۰۸ ab	۷۳۹ a
۴ مهر ماه	۲۴/۸ b	۲۲۸۵ bc	۶۱۵ b
۱۴ مهر ماه	۲۳/۶ b	۱۹۴۱ c	۵۳۵ c

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

قطر طبق

بین ارقام گلرنگ از نظر قطر طبق در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳). ژنوتیپ مکزیک۱۴ با ۲۵/۸۴ میلی‌متر بیشترین قطر طبق را نشان داد. ژنوتیپ ۱-۳۷ با کمترین قطر طبق (۲۰/۹۸ میلی‌متر) در یک گروه آماری با ژنوتیپ ۲-۳۷ قرار

گرفت (جدول ۴). اختلاف بین بیشترین و کم‌ترین قطر طبق حدود ۱۹ درصد بود. با توجه به همبستگی معنی‌دار قطر طبق با عملکرد دانه و روغن (جدول ۷) رابطه صفت مذکور با محصول‌دهی حایز اهمیت است. نشان داده شده است که قطر طبق ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ به سه عامل اصلی ژنوتیپ، انشعاب ساقه و شرایط محیطی بستگی داشته و نقش موثری در عملکرد دانه دارد (بخشی و همکاران ۲۰۲۴).

جدول ۶- میانگین صفات مورد مطالعه روی ژنوتیپ‌های گلرنگ در واکنش به تاریخ‌های کاشت مختلف

تاریخ کاشت	ژنوتیپ	سرمازدگی مزرعه (٪)	قطرساقه (mm)	تعداد طبق در بوته	شاخص برداشت (٪)
۱۵ شهریور	۱-۳۷	۶۵ b	۱۲/۷ bc	۷/۲ gh	۱۵/۸ f
	۲-۱۷۳	۵۰ c	۸/۸ cd	۸/۴ e-h	۱۴/۳ f
	مکزیک۱۴	۶ e	۱۰/۷ cd	۱۷/۳ a	۲۶/۵ b
	مکزیک۲۹۵	۶ e	۱۸/۳ a	۱۰/۴ b-e	۲۸/۴ a
	گل‌مهر	۸ e	۱۰/۲ cd	۹/۱ d-h	۲۲/۰ c
۲۵ شهریور	۱-۳۷	۶۴ b	۶/۹ d	۱۲/۳ b	۱۴/۴ f
	۲-۱۷۳	۵۳ c	۸/۳ cd	۹/۳ c-g	۱۱/۲ fg
	مکزیک۱۴	۸ e	۱۲/۵ bc	۱۱/۷ bc	۲۶/۵ b
	مکزیک۲۹۵	۱۱ e	۱۲/۵ bc	۱۲/۱ b	۲۷/۳ a
	گل‌مهر	۱۲ e	۱۵/۵ ab	۱۲/۴ b	۲۰/۶ c
۴ مهر	۱-۳۷	۶۳ b	۷/۸ cd	۱۱/۱ b-d	۱۲/۱ fg
	۲-۱۷۳	۵۴ c	۱۰/۳ cd	۱۰/۰ b-f	۱۲/۴ fg
	مکزیک۱۴	۲۳ d	۱۱/۸ b-d	۱۱/۸ b	۱۹/۷ d
	مکزیک۲۹۵	۲۳ d	۱۱/۵ b-d	۱۱/۶ bc	۲۰/۸ c
	گل‌مهر	۲۰ d	۱۰/۷ cd	۱۲/۵ b	۱۸/۹ de
۱۴ مهر	۱-۳۷	۷۲ a	۸/۳ cd	۸/۲ e-h	۵/۱ i
	۲-۱۷۳	۶۱ b	۹/۱ cd	۷/۶ f-h	۸/۹ hi
	مکزیک۱۴	۲۱ d	۹/۴ cd	۶/۶ h	۱۸/۸ de
	مکزیک۲۹۵	۲۵ d	۹/۳ cd	۷/۷ f-h	۱۸/۷ de
	گل‌مهر	۲۰d	۱۰/۴ cd	۷/۶ f-h	۱۸/۶ de

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

تعداد طبق در بوته

اثر متقابل تیمارهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ روی تعداد طبق در بوته تفاوت معنی‌دار گردید (جدول ۳). تأخیر در کاشت باعث ایجاد گیاهچه‌های ضعیف در مزرعه می‌شود که در مقابل دمای پایین زمستان تحمل کمتری داشته و با از بین رفتن درصد بالاتری از بوته‌ها در فصل سرما و یخبندان باعث کاهش تعداد بوته در واحد سطح می‌شود. کاهش تراکم بوته منجر به افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته خواهد بود. ژنوتیپ مکزیک۱۴ در تاریخ کاشت ۱۵ شهریور ماه با ۱۷/۳۳ عدد بیشترین و در تاریخ کاشت ۴ مهر ماه با ۶/۶۰ کمترین تعداد طبق در بوته را داشتند. با انتقال تاریخ کاشت از ۱۵ شهریور ماه به ۱۴ مهر ماه تعداد طبق در بوته در همه ژنوتیپ‌ها کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۶). تعداد طبق در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری با ارتفاع بوته، عملکرد دانه و روغن و شاخص برداشت داشت (جدول ۷). گزارش شده است که افزایش تعداد طبق در بوته با میزان

فتوسنتز و تولید فراورده‌های فتوسنتزی در گیاه همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (لی و همکاران ۲۰۲۴).

تعداد دانه در طبق

اثرات اصلی تیمارهای تاریخ کاشت و ژنوتیپ از لحاظ آماری بر صفت تعداد دانه در طبق معنی‌داردیده شد (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در طبق ژنوتیپ‌های مختلف مشخص گردید که ژنوتیپ مکزیک۱۴، مکزیک۲۹۵ و گل‌مهر به‌مراتب تعداد دانه در طبق بیشتری نسبت به ژنوتیپ ۱-۳۷ و ۲-۳۷ داشتند. ژنوتیپ ۳۷-۱ با میانگین ۱۸/۹ دانه در طبق با ژنوتیپ مکزیک۱۴ با میانگین ۳۱/۹ دانه در طبق اختلاف ۶۹ درصدی نشان داد (جدول ۴). گیاهان گلرنگ حاصل از تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور ماه) با میانگین ۲۷/۷ دانه در طبق و گیاهان حاصل از تاریخ کاشت چهارم (۱۴مهر ماه) با میانگین ۲۳/۶ دانه در طبق به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد دانه در طبق را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۵). در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام چون گیاهان فرصت رشد کمتری تا زمان بروز سرمای پاییز و زمستان داشتند، در مقابل سرما تحمل کمتری نشان دادند و درفصل رشد بوته‌های ضعیف‌تر، تعداد گلچه و درنهایت دانه کمتری تولید کردند. افزایش تعداد دانه در طبق در کاشت‌های زود هنگام را می‌توان به انجام گرده‌افشانی به‌موقع و عدم مواجه شدن دوره مذکور با فصول گرما نسبت داد. افت محصول حاصل از گیاهان کشت شده در تاریخ‌های کاشت دیرهنگام به برخورد مراحل گل‌دهی و گرده‌افشانی گلرنگ با دماهای بالا و محدودیت در انتقال مواد فتوسنتزی نسبت داده شده است (دل‌طلب و همکاران ۲۰۱۳). میرزاخانی و همکاران (۲۰۰۹) طی مطالعاتی روی تاریخ کاشت ژنوتیپ‌های گلرنگ پاییزه در منطقه فراهان نشان دادند که گیاهان کاشته شده در تاریخ‌های کاشت زودتر، تعداد دانه در طبق بیشتری نسبت به تاریخ کاشت‌های تاخیری داشتند. برابر گزارش صباغ‌نیا (۲۰۲۴) بین ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ از نظر تعداد دانه در طبق تنوع معنی‌داری وجود دارد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تنها تحت تأثیر فاکتور ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۳). جمشید مقدم و علیزاده (۲۰۱۸) با بررسی عملکرد دانه، محتوای روغن و برخی صفات زراعی ژنوتیپ‌های گلرنگ در مناطق سرد و معتدل سرد کشور گزارش نمودند که تغییرات وزن هزار دانه در شرایط یکسان بیشتر تحت کنترل عوامل ژنتیکی می‌باشد. ژنوتیپ ۲-۳۷ با ۳۶/۵ گرم و ژنوتیپ گل‌مهر با ۳۲/۵ گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند. اختلاف بین ژنوتیپ‌های ۱-۳۷، مکزیک۱۴ و مکزیک۲۹۵ از نظر این صفت، کم و غیرمعنی‌دار بود. از آنجایی که روند تغییرات تعداد دانه در طبق در ارقام مورد مطالعه، با وزن هزاردانه معکوس بود (جدول ۷)، بنظر می‌رسد که افزایش تعداد دانه در طبق باعث کاهش وزن هزار دانه در ارقام مورد مطالعه شده باشد. زیرا با افزایش تعداد دانه در طبق، مقدار ماده فتوسنتزی انتقال یافته به هر دانه کاهش می‌یابد. این امر در اراضی کم‌بازده منطقه آزمایش نیز برجسته‌تر خواهد بود. در این مطالعه وزن هزار دانه با شاخص کلروفیل و درصد سرمازدگی مزرعه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد (جدول ۷). علت مثبت بودن همبستگی وزن هزار دانه با درصد سرمازدگی مزرعه می‌تواند در اثر برخورداری بوته‌های باقی‌مانده از نور، مواد غذایی خاک و آب بیشتر بوده باشد. چرا که با کاهش تعداد بوته در واحد سطح در اثر سرمازدگی (جدول ۶)، فضای بیشتری در اختیار بقیه گیاهان گلرنگ قرار می‌گیرد.

عملکرد دانه

اثر تاریخ کاشت روی عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۳) و تأخیر در کاشت از ۱۵ شهریور ماه لغایت ۱۴ مهر ماه باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید (جدول ۵). بیشترین عملکرد دانه با ۲۷۴۲ کیلوگرم در هکتار از کرت‌های تاریخ کاشت اول (۱۵ شهریور) به‌دست آمد و با تاریخ کاشت ۲۵ شهریور ماه اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد دانه نیز با ۱۹۴۱ کیلوگرم در هکتار و ۲۹ درصد کاهش نسبت به تاریخ

کاشت اول از کاشت ۱۴ مهر ماه حاصل گردید. دلیل کاهش عملکرد دانه در تاریخ‌های کاشت تأخیری، عدم رسیدن بوته به فرم متحمل به سرما در طی رشد پاییزه و از بین رفتن بخشی از بوته‌ها در اثر سرما و یخبندان زمستان می‌باشد. وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد دانه و درصد سرمازدگی مزرعه (جدول ۷) موید این امر است. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نیز تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده گردید. به‌طور کلی مکزیک۱۴ با کسب میانگین ۳۵۶۸ کیلوگرم دانه در هکتار در سطح بالاتری قرار گرفت (جدول ۴). ژنوتیپ مکزیک۲۹۵ (۳۴۱۶ کیلوگرم در هکتار)، گل‌مهر (۳۲۱۴ کیلوگرم در هکتار)، ۱-۳۷ (۹۰۵ کیلوگرم در هکتار) و ۲-۳۷ (۸۶۶ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب رتبه‌های بعدی را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج مندرج در جدول همبستگی صفات، عملکرد دانه با صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. همچنین درصد سرمازدگی مزرعه همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند (جدول ۷). نتایج این آزمایش نشان داد که از بین اجزای عملکرد دانه، اثر تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق روی عملکرد دانه بیشتر بود.

درصد و عملکرد روغن

نتایج آزمایش نشان داد درصد روغن دانه تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت ولی اثر تاریخ کاشت روی عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ۳). این امر از طریق اثر تاریخ کاشت روی عملکرد دانه بوده است. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر درصد روغن و عملکرد روغن دانه تفاوت معنی‌داری دیده شد (جدول ۳). ژنوتیپ ۲-۳۷ با داشتن ۲۹/۸ درصد روغن دانه بیشترین مقدار را نشان داد (جدول ۴). به نظر می‌رسد درصد روغن موجود در دانه بیش از آن که تحت تاثیر تاریخ کاشت باشد، تحت تاثیر ژنوتیپ گیاه است (قاسمی و همکاران ۲۰۱۹). گزارشات حاکی از آن است که بیشتر کیفیت روغن تحت تاثیر شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرد. به‌طوری که برخی محققان به بالا بودن اسیدهای چرب غیراشباع در روغن گیاهانی که دوره پر شدن دانه آن‌ها در هوای خنک صورت گرفته باشد اشاره کرده‌اند (معبودی و همکاران ۲۰۲۲). به تأخیر افتادن تاریخ کاشت به طور معنی‌داری عملکرد روغن در هکتار را در کلیه ارقام مورد آزمایش کاهش داد. مقدار این افت در اثر به تأخیر افتادن تاریخ کاشت برای تاریخ کاشت ۲۵ شهریور (۷۳۹ کیلوگرم در هکتار)، ۴ (۶۱۵ کیلوگرم در هکتار) و ۱۴ (۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) مهر ماه به‌ترتیب ۴، ۲۱ و ۳۱ درصد نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ شهریور ماه با ۷۷۷ کیلوگرم در هکتار بوده است. بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مکزیک۱۴ با داشتن ۹۸۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار عملکرد روغن را داشت و ارقام ۲-۳۷ و ۱-۳۷ به‌ترتیب با داشتن ۲۵۸ و ۲۴۵ کیلوگرم در هکتار کمترین مقادیر را کسب کرده‌اند (جدول ۵). از دو قسمت تشکیل دهنده عملکرد روغن، اثر عملکرد دانه تعیین کننده بوده است (جدول ۷).

شاخص برداشت

اثر متقابل تاریخ کاشت و ژنوتیپ روی شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت در ژنوتیپ مکزیک ۱۴ و تاریخ کاشت ۱۵ شهریور ماه و کمترین مقدار آن به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های ۲-۳۷ و ۱-۳۷ در تاریخ کاشت ۱۴ مهر ماه بود (جدول ۶). دو ژنوتیپ ۱-۳۷ و ۲-۳۷ در تاریخ کاشت های اول تا سوم برای این صفت اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و تنها در تاریخ کاشت چهارم بین این دو اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. درصد شاخص برداشت برای تاریخ‌های کاشت شهریور ماه در ارقام مکزیک ۱۴ و مکزیک ۲۹۵ بیشتر از تاریخ‌های کاشت مهر ماه بوده است. با توجه به نتایج مندرج در جدول همبستگی صفات، شاخص برداشت با ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه رابطه مستقیم و با درصد سرمازدگی مزرعه همبستگی منفی و معنی‌دار داشت (جدول ۷).

جدول۷- ماتریس نقشه حرارتی همبستگی پیرسون بین پارامترهای اندازه‌گیری شده

متغییرات	ارتفاع بوته	قطر ساقه اصلی	شاخص کلروفیل	سرمازدگی مزرعه	قطر طبق	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن
ارتفاع بوته	۱	۰/۳۸*	۰/۱۸	-۰/۷۱	۰/۵۸	۰/۳۰*	۰/٤٦*	۰/۰۵	۰/۷۳*	۰/٦۱*	۰/۱٦	۰/۷٦*
قطر ساقه اصلی	۰/۳۸*	۱	-۰/۳۷*	-۰/۵۵*	۰/۳۸*	۰/۱٦	۰/۲۹	-۰/۲۳	۰/۵۵*	۰/٤۹*	-۰/۰۳	۰/۵٤*
شاخص کلروفیل	۰/۱۹	-۰/۳۸*	۱	۰/۰۸	-۰/۱۹	-۰/۰٤	۰/۰۱	۰/٤۰*	-۰/۰٤	۰/۰۷	۰/۳۷*	۰/۰۳
سرمازدگی مزرعه	-۰/۷۱*	-۰/۵۵*	۰/۰۸	۱	-۰/۵٦*	-۰/۳۰*	-۰/۷۱*	۰/۳٦*	-۰/۹۵*	-۰/۷۹*	۰/۰٦	-۰/۹۲*
قطر طبق	۰/۵۸*	۰/۳۸*	۰/۱۸	-۰/۵٦*	۱	۰/۰٤	۰/۳۵*	-۰/۱۲	۰/٤۹*	۰/٤۰	-۰/۱۷	۰/٤۷*
تعداد طبق در بوته	۰/۳۰*	۰/۱٦	-۰/۰٤	-۰/۳٦*	۰/۰٤	۱	۰/۰٦	-۰/۱٤	۰/٤۰*	۰/٤۷*	۰/۰۵	۰/۳۹*
تعداد دانه در طبق	۰/٤٦*	۰/۳۰*	۰/۰۱	-۰/۷۱*	۰/۳۵*	۰/۰٦	۱	-۰/۱۷	۰/٦۸*	۰/۵۳*	۰/۰۳	۰/٦٦
وزن هزار دانه	۰/۰۵	-۰/۲۳	۰/٤۰*	۰/۳٦*	-۰/۱۱	-۰/۱٤	-۰/۱۷	۱	۰/۲۸	۰/۱٦	۰/٤۹*	۰/۲۰
عملکرد دانه	۰/۷۳*	۰/۵۵*	-۰/۰٤	-۰/۹۵	۰/۵۰	۰/٤۰*	۰/٦۸*	۰/۲۸	۱	۰/۸۵*	-۰/۰۵	۰/۹۸*
شاخص برداشت	۰/٦۱*	۰/٤۹*	۰/۰۷	-۰/۷۹	۰/٤۰	۰/٤۷*	۰/۵۳	۰/۱٦	۰/۸۵	۱	۰/۰۹	۰/۸٦*
درصد روغن	۰/۱٦	-۰/۰۳	۰/۳۷	۰/۰٦	-۰/۱۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/٤۹*	-۰/۰۵	۰/۰۹	۱	۰/۱۰
عملکرد روغن	۰/۷٦*	۰/۵٤*	۰/۰۳	-/۹۲*	۰/٤۷*	۰/۳۹*	۰/٦٦*	۰/۱۹	۰/۹۸*	۰/۸۹*	۰/۱۰	۱

معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.*

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج ارزیابی ژنوتیپ‌های امید بخش گلرنگ طی تاریخ کاشت‌های پاییزه مختلف در اراضی کم‌بازده دشت تبریز نشان داد که به تعویق افتادن کاشت از ۱۵ شهریور ماه به ۱۴ مهر ماه باعث افت معنی‌دار اجزای عملکرد دانه (به‌غیر از وزن هزار دانه)، عملکرد دانه و روغن گردید. این بازتاب با افزایش معنی‌دار درصد سرمازدگی مزرعه همراه بود. همچنین همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه و روغن و اجزای آن (به غیر از وزن هزار دانه) با درصد سرمازدگی مزرعه دیده شد. داده‌های حاصل از دو تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ شهریور ماه نشان دادند که عملکردهای حاصل از این دو تاریخ کاشت در منطقه آزمایش قابل قبول بودند ولی کرت‌های کشت شده در دو تاریخ ۴ و ۱۴ مهر به‌طور معنی‌داری دچار سرمازدگی شده و افت محصول نشان دادند. به‌نظر می‌رسد رعایت تاریخ کاشت مناسب در اراضی کم‌بازده مناطق سرد از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و بازه ۱۵ تا ۲۵ شهریور ماه برای کاشت پاییزه گلرنگ در اقلیم سرد دشت تبریز مناسب‌تر از تاریخ‌های کاشت ۴ و ۱۴ مهر ماه می‌باشد. بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مکزیک ۲۹۵، مکزیک۱۴ و گل‌مهرنسبت به سایر ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه و روغن به‌طور معنی‌دار در سطح بالاتری قرار داشته و برای کاشت پاییزه در اراضی کم‌بازده اقلیم سرد دشت تبریز مناسب دیده شدند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری پرسنل کوشای ایستگاه خسروشاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی که ما را در اجرای این پژوهش یاری نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده

Alessi J, Power JF and Zimmerman DC. 1981. Effects of seeding date and Population on water-use efficiency and safflower (*Carthamus tinctorius* L.) yield. Agronomy Journal, 73(5): 783-787. https://doi.org/10.2134/agronj1981.00021962007300050009x

Bakhshi B, Nazari M and Valipour MB. 2024. Trait-guided selection for superior safflower genotypes: towards enhanced oil yield and composition. Genetic Resources and Crop Evolution, 1-15. https://doi.org/10.1007/s10722-024-02069-1

Behdani MA and Jami AL-Ahmadi M.2008. Evaluation of growth and yield of safflower cultivars in different planting dates. Iranian Journal of Field Crops Research, 6(2): 245-254. https://doi.org/10.22067/gsc.v6i2.2431

Bortolheiro FP and Silva MA. 2017. Physiological response and productivity of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) lines under water deficit and rehydration. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 89(04): 3051-3066. https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170475

Culpan E. 2023a. Effect of sowing dates on seed yield, yield traits and oil content of safflower in Northwest Turkey. Turkish Journal of Field Crops, 28(1): 87-93. https://doi.org/10.17557/tjfc.1194005

Culpan E. 2023b. Identification of cold tolerance and some agronomic traits of advanced safflower genotypes developed by hybridization. Journal of the American Oil Chemists' Society, 100(11): 915-926. https://doi.org/10.1002/aocs.12754

Deltalab B, Kazemi-Arbat H and Pasban-Eslam B. 2011. The effect of sowing dates on yield, yield components and oil content of three spring safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.) under full irrigation regime in Tabriz. Journal of Crop and Weed Ecophysiology, 5(19): 11-23. (In Persian with English abstract).

Dhami N and Cazzonelli CI. 2020. Prolonged cold exposure to *Arabidopsis juvenile* seedlings extends vegetative growth and increases the number of shoot branches. Plant Signaling & Behavior, 15(9): 1789320. https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1789320

El Bey N, Gore M and Kurt O. 2021. Effect of sowing date on some agronomic and technological traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in northern Turkey. Turkish Journal of Field Crops, 26(2): 188-194. https://doi.org/10.17557/tjfc.941575

Ghassemi-Golezani K, Bilasvar HM and Nassab ADM. 2019. Improving rapeseed (*Brassica napus* L.) plant performance by exogenous salicylic acid and putrescine under gradual water deficit. Acta physiologiae plantarum, 41(12): 192. https://doi.org/10.1007/s11738-019-2986-7

Gholami Baseri S, Honar T, Heidari B, Salami M and Richards CM. 2022. Oil and seed yields affected by sowing dates and irrigation regimes applied in growth phenological stages of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Crop Science, 62(5): 1967-1980. https://doi.org/10.1002/csc2.20797

Jamshidmoghaddam M and Alizadeh K. 2018. Study on effect of planting time on seed yield, oil content and someagronomic traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under moderate cold and cold dryland condition. Iranian Dryland Agronomy Journal, 6(2): 229-245. (In Persian). https://doi.org/10.22092/idaj.2018.116308

Johnson RC, Dajue L and Bradley V. 2006. Autumn growth and its relationship to winter survival in diverse safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm. Canadian journal of plant science, 86(3): 701-709. https://doi.org/10.4141/P05-104

Kanapickas A, Vagusevičienė I and Sujetovienė G. 2024. The effects of different sowing dates on the autumn development and yield of winter wheat in Central Lithuania. Atmosphere, 15(6): 738. https://doi.org/10.3390/atmos15060738

Koutroubas SD, Papakosta DK and Doitsinis A. 2009. Phenotypic variation in physiological determinants of yield in spring sown safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean conditions. Field Crops Research, 112(2-3): 199-204. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.03.002

Koutroubas SD, Damalas CA and Fotiadis S. 2021. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) assimilate remobilization, yield, and oil content in response to nitrogen availability, sowing time, and genotype. Field Crops Research, 274: 108313. https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108313

Li Y, Qi Z, Ren X, Li Y, Zhang N and Liu Q. 2024. Effects of red and blue light on red clover (*Trifolium pratense* L.) growth and secondary metabolism. Plant Growth Regulation, 104: 1-20. https://doi.org/10.1007/s10725-024-01161-x

Mabudi BH, Ghassemi GK and Mohammadi Nassab AD. 2022. Seed development, oil accumulation and fatty acid composition of drought stressed rapeseed plants affected by salicylic acid and putrescine. Gesunde Pflanzen, 74(2): 333-345. https://doi.org/10.1007/s10343-021-00612-z

Mirzakhani M, Shirani RA and Memarian M. 2009. Response of winter safflower genotypes to planting date in Farahan region. Iranian Journal of Dynamic Agriculture, 6(1): 49-64. (In Persian)

Paseban Eslam B. 2006. Evaluation of safflower spring genotypes at different planting dates. Journal of Agricultural Knowledge, 16(1): 169-178. (In Persian with English abstract)

Paseban Eslam B. 2015. Effects of planting date on grain yield, yield components and oil content of safflower spring cultivars in Tabriz. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25(2.1): 155-164. (In Persian with English abstract)

Paseban Eslam B. 2022. Ecophysiological and agronomic responses of safflower fall genotypes under drought stress in plant settlement and seed filling stages. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 32(2): 19-30. (In Persian with English Abstract) https://doi.org/10.22034/saps.2021.44166.2619

Rahamatalla AB, Babiker EE, Krishna AG and El Tinay AH. 2001. Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. Plant Foods for Human Nutrition, 56: 385-395. https://doi.org/10.1023/A:1011860810082

Sabaghnia N, Ahadnezhad A and Janmohammadi M. 2024. Genetic diversity in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) germplasm for vegetative and agronomic characteristics in semi-arid regions. Plant Genetic Resources, 1-10. https://doi.org/10.1017/S1479262124000200

Samanci B and Ozkaynak E. 2003. Effect of planting date on seed yield, oil content and fatty acid composition of the safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. Journal of Agronomy and Crop Science. 189: 359-360. http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-037X.2003.00053.x

Sampaio MC, Santos RF, Bassegio D, de Vasconselos ES, da Silveira L, Lenz NBG, Lewandoski CF and Tokuro LK. 2017. Effect of plant density on oil yield of safflower. African journal of agricultural research, 12(25): 2147-2152. https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11370

Shams K, Pazoki A and Kobraie S. 2008. Effect of sowing time and plant density on seed yield and yield components of winter safflower in Kermanshah. Advances in Environmental Biology, 5(9): 2756-2760. (In Persian)

Tang J, Lou Z, Wang Y and Guo M. 2010. Expression of a small heat shock protein (CTL-hsyapr) screened by cDNA-AFLP approach is correlated with hydroxylsafflor yellow an in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Biochemical Systematics and Ecology, 38(4): 722-730. https://doi.org/10.1016/j.bse.2010.06.001