Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 48, Winter 2024 p: 113-122

"Research paper"

Assessment of the Genetic Diversity in 160 Safflower Genotypes Focusing on oil Quality Characteristics

Behnam Nikpour[1], Mohamadreza Nazari[2] and Alireza Abbasi[3]

1 and 3- Respectively, Master's degree and Associated professor in Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Karaj
2- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, (Corresponding author: dmr.nazari@gmail.com)
Received: 25 June, 2023 Accepted: 4 September, 2023

Extended Abstract

Introduction and objective: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is one of the most important oilseed crops in the world, which has gained great importance in Iran due to its high tolerance to drought and salinity. Two important factors in the development of safflower cultivation are the increase of oil yield and early maturity. Considering that the most important step in plant breeding is creating diversity and using this diversity in selection, in this experiment, a large number of safflower genotypes were evaluated in terms of important quantitative and qualitative traits.

Material and methods: In this study, 160 local and imported genotypes were evaluated in the form of an augmented design with three controls (introduced cultivars Goldasht, Padideh and Golmehr) in five replicates as winter cultivation, and traits such as flowering date, Plant height, number of branches, spininess, seed yield, oil percentage, 1000 seed weight, seed protein content and fatty acid profile including percentage of palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acids were investigated.

Findings: The results showed the existence of a range of 23 days for flowering date, a range of 95 cm in plant height and a range of 16% in the amount of seed oil. Also, a large variation was observed in seed yield and other evaluated traits. The results showed that the amount of seed protein in some tested genotypes was up to 20%, which is very important in terms of the nutritional value of meal. Examining the fatty acid profile with the help of GC showed that 24 genotypes had oleic acid content higher than 55%. The results of partial correlation showed that the genotypes with the highest percentage of oleic and palmitic acid usually have the highest percentage of oil and there is a strong negative correlation between oleic and linoleic, so that the decrease or increase of one is associated with the increase or decrease of the other. High oil percentage was observed only in thorny genotypes and no significant correlation was observed between oil percentage and seed protein content, so that genotypes with high oil percentage and high seed protein percentage were observed at the same time.

Conclusion: Overall, the results of this study showed that there is a great diversity between the collected genotypes, which can be used in breeding programs.

Keywords: Fatty acid, Seed protein, Oil, Safflower

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی تنوع ژنتیکی ۱۶۰ ژنوتیپ گلرنگ با تمرکز بر ویژگی‌های کیفی روغن

بهنام نیکپور[۱]، محمدرضا نظری[۲] و علیرضا عباسی[۳]

۱ و ۳- به‌ترتیب کارشناس ارشد و دانشیار دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، کرج، ایران
۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، (نویسنده مسوول: dmr.nazari@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۳
صفحه: ۱۱۳ تا ۱۲۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) یکی از گیاهان دانه روغنی مهم در دنیا است که به‌دلیل تحمل بالا به خشکی و شوری در ایران اهمیت زیادی پیدا کرده است. دو عامل مهم در توسعه کشت گلرنگ، افزایش عملکرد روغن و زودرسی آن است. با توجه به این‌که مهم‌ترین قدم در مسیر اصلاح گیاهان، ایجاد تنوع و استفاده از این تنوع در مسیر انتخاب است، در این آزمایش تعداد زیادی ژنوتیپ گلرنگ از نظر صفات مهم کمی و کیفی مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تعداد ۱۶۰ ژنوتیپ داخلی و خارجی در قالب طرح آگمنت با سه شاهد (ارقام معرفی شده گلدشت، پدیده و گلمهر) در پنج تکرار به‌صورت کشت پاییزه مورد ارزیابی قرار گرفت و صفاتی چون تاریخ گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، خارداری، عملکرد دانه، درصد روغن، وزن هزاردانه، محتوای پروتئین دانه و پروفیل اسیدهای چرب شامل درصد اسیدهای چرب پالمتیک، استئاریک، اولئیک، لینولئیک و لینولنیک بررسی گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان دهنده وجود دامنه ۲۳ روزی در تاریخ گل‌دهی، دامنه ۹۵ سانتی‌متری در ارتفاع بوته و دامنه ۱۶ درصدی در میزان روغن دانه بود. همچنین تنوع زیادی در عملکرد دانه و سایر صفات مورد ارزیابی مشاهده گردید. نتایج نشان داد میزان پروتئین دانه در برخی از ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تا حدود ۲۰ درصد بود که از نظر ارزش تغذیه‌ای کنجاله اهمیت زیادی دارد. بررسی پروفیل اسیدهای چرب با کمک GC نشان داد تعداد ۲۴ ژنوتیپ میزان اولئیک اسید بالاتر از ۵۵ درصد داشتند. نتایج همبستگی جزء نشان داد ژنوتیپ‌های دارای بیشترین درصد اسید اولئیک و پالمتیک معمولاً بیشترین درصد روغن را دارند و همبستگی منفی شدیدی بین اولئیک و لینولئیک وجود دارد به‌طوری که کاهش و یا افزایش یکی با افزایش و یا کاهش دیگری همراه است. درصد روغن‌های بالا فقط در ژنوتیپ‌های خاردار مشاهده شد و همبستگی معنی‌داری بین درصد روغن و میزان پروتئین دانه مشاهده نشد به‌طوری که ژنوتیپ‌هایی با درصد روغن و درصد پروتئین دانه بالا به‌طور همزمان مشاهده گردید.

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد تنوع بسیار زیادی بین ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده وجود دارد که می‌توان از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی بهره برد.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب، پروتئین دانه، روغن، گلرنگ

مقدمه

دانه‌های روغنی منبع مهمی برای تغذیه انسان به‌شمار می‌آیند. گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) بعد از سویا (*Glycine max* L.)، بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، کلزا (Brassica napus L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) وکنجد (*Sesamus indicum* L.) ششمین گیاه دانه روغنی مهم دنیا به‌شمار می‌آید (Raeisi et al., 2020). گلرنگ محصولی است چندمنظوره که عمدتاً برای تولید روغن‌های خوراکی با کیفیت بالا و غنی از اسیدهای چرب غیراشباع به‌طور گسترده در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان کشت می‌شود (Kizil et al., 2008). این گیاه، یک ساله و خود گرده‌افشان با درصد اندکی از دگرگشنی است. ارتفاع بوته معمولاً حدود ۳۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر است و انتهای هر شاخه به یک گل مرکب به‌صورت طبق با گل‌هایی به رنگ زرد، نارنجی و یا قرمز ختم می‌شود (Raeisi et al., 2020). در گونه‌های وحشی گلرنگ برگ‌ها به‌شدت خاردار می‌باشد که این خارداری در دو گونه *C. lanatus* و *C. glaucus* بسیار زیاد است و به‌ترتیب در دو گونه *C. oxyacanthus* و *C. palaestinus* کمتر شده و در بسیاری از ژنوتیپ‌های گونه زراعی دیده نمی‌شود. از مهمترین موارد مصرف گیاه گلرنگ به غذای پرندگان، استخراج روغن ذخیره‌ای دانه، رنگ‌آمیزی مواد غذایی و دارو می‌توان اشاره کرد (Cho et al., 2000). امنیت غذایی یکی از مهمترین اهداف توسعه‌ای کشورها و از جمله ایران است و از مهمترین جنبه‌های این امنیت، تأمین روغن مورد نیاز مردم می‌باشد که وابستگی بالای ۹۰ درصدی آن به واردات، کشور را با چالش جدی در این زمینه مواجه نموده است (Mohammadi et al., 2013). از این‌رو اهمیت کشت دانه‌های روغنی جهت تأمین امنیت غذایی بیشتر می‌شود (Belikina et al., 2021). گیاه گلرنگ با داشتن مزایایی همچون کیفیت بالای روغن، تحمل زیاد نسبت به تنش خشکی و همچنین قابلیت کشت گیاه در تمام دوره سال؛ یکی از مهمترین گیاهان دانه روغنی به‌شمار می‌رود که می‌توان از آن جهت تأمین این نیاز کمک گرفت (Safavi et al., 2011). روغن گلرنگ با دارا بودن بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع، به‌خصوص اسید لینولئیک و اسید اولئیک همواره به‌عنوان یک روغن گیاهی با ارزش مطرح بوده است. نتایج ارزیابی پروفیل اسیدهای چرب گلرنگ نشان داده است که تنوع بسیار زیاد و کاربردی در روغن گلرنگ وجود دارد. بعضی از واریته‌های گلرنگ دارای سطوح بالایی از اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک می‌باشند که این امر موجب شباهت روغن آنها به پروفیل روغن گیاهانی نظیر زیتون و آفتابگردان شده است (Khalid et al., 2017). عملکرد روغن این گیاه به دو عامل میزان تولید دانه و درصد محتوای روغن وابسته است. علی‌رغم همه مزایای گلرنگ عملکرد روغن این گیاه در ایران با توجه به پایین بودن هر دو فاکتور تأثیرگذار در آن یعنی عملکرد دانه و درصد محتوای روغن (حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

چندان زیاد نیست (Patil, 1998). بنابراین موفقیت کشت و کار تجاری گلرنگ در گروی برنامه‌های اصلاحی خواهد بود که منجر به افزایش عملکرد و درصد روغن گلرنگ شود. اما به‌نظر می‌رسد رسیدن به این هدف کار چندان ساده‌ای نباشد، چرا که کنترل ژنتیکی صفات بخصوص صفات مرتبط با عملکرد و درصد روغن توسط اثرات افزایشی، غالبیت و اپیستاتیک انجام می‌گیرد (Rahmati et al., 2020). تاکنون محققان بسیاری با تمرکز بر صفات زراعی، ظاهری و فنولوژیک گلرنگ که همبستگی‌های معنی‌دار ظاهری و ژنتیکی را بین صفات مختلف گلرنگ ظاهر می‌سازد، سعی بر شناسایی و استفاده از این صفات در راستای ارتقای این گیاه داشته‌اند (Biradar et al., 2022; Rahmati et al., 2020; Arzu et al., 2018). مطالعه ۱۸ ژنوتیپ گلرنگ وجود همبستگی بالا بین قطر غوزه، ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی را نشان داد (Khidir, 1974). وجود ارتباط مستقیم و یا غیرمستقیم بین بسیاری از صفات ظاهری با عملکرد، در مطالعات متعدد بررسی و به اثبات رسیده است (Ekshinge et al., 1995). در این پروژه پس از جمع‌آوری تعداد قابل‌توجهی ژنوتیپ گلرنگ از مناطق مختلف دنیا، ارزیابی صفات متعدد کمی و کیفی صورت گرفت و تلاش شد به بررسی ارتباط صفات متعدد پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در شهرستان کرج با طول جغرافیائی ۵۱/۳۰ شرقی و عرض جغرافیائی ۳۵/۴۸ شمالی با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا و میزان بارندگی سالینه‌ی ۲۵۰ میلی‌متر اجرا گردید. در این بررسی تعداد ۱۶۰ ژنوتیپ داخلی و خارجی (به شرح جدول شماره ۱) در قالب طرح آگمنت با سه شاهد (ارقام معرفی شده گلدشت، پدیده و گلمهر) در، پنج تکرار و طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت پاییزه و تحت شرایط آبیاری لینیر مورد ارزیابی قرار گرفت. پس از عملیات آماده‌سازی زمین، در تاریخ هفتم مهر ماه ۱۳۹۹ اقدام به کشت ارقام به‌صورت مکانیزه شد. برای هر کرت کاشت به کمک ردیفکار در ۴ردیف دو متری با فاصله حدود ۱۰سانتی‌متر روی ردیف و ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف انجام شد. فاصله بین کرت‌ها نیز یک متر در نظر گرفته شد. مراقبت‌های معمول زراعی نظیر وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات در طول دوره رشد، طبق استانداردهای مرسوم گیاه گلرنگ انجام شد. صفات مورد ارزیابی شامل تاریخ گل‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، خارداری، عملکرد دانه، درصد روغن، وزن هزاردانه، محتوای پروتئین دانه و پروفیل اسیدهای چرب بود. اندازه‌گیری پروتئین به‌روش برادفورد[1] انجام شد. برای این‌منظور، محلول برادفورد با عصاره بذری آمیخته و به‌مدت ۳۰ دقیقه در یخچال باقی‌ماند. استانداردهای جداگانه از آلبومین سرم گاوی (BSA) در غلظت‌های مختلف تهیه شد و نهایتاً اندازه‌گیری مقدار جذب محلول‌های استاندارد و نمونه‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر صورت گرفت. از محلول برادفورد به‌عنوان شاهد استفاده شد. در نهایت اعداد حاصل از اندازه‌گیری توسط دستگاه، در معادله حاصل از نمودار رسم شده و به‌وسیله استانداردها، قرار داده شده و غلظت پروتئین بذر بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر محاسبه گردید (Bradford, 1976). همچنین اندازه‌گیری پروفیل اسیدهای چرب با روش کروماتوگرافی گازی (GC) صورت گرفت. در این روش، پس از مخلوط نمودن روغن استخراج شده با سدیم متوکسید، ترکیب حاصله در هگزان متیله گردید. بعد از ورتکس، محلول آب نمک به آن اضافه شد تا به جدا شدن دو فاز کمک کند. سپس متیل استر اسیدهای چرب، برای اضافه شدن به دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به FID[2] استفاده شد. ستون مورد استفاده CP-Sil 88 بود. این فرایند در دمای ستون ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد شروع شد که سپس تا دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد بالا رفت و در دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۵ دقیقه نگه‌داری شد. دمای شناساگر و تزریق کننده در این فرآیند ۲۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد و گاز استفاده شده نیتروژن بود. شناسایی پیک‌ها بر اساس زمان رسیدن به شعله و در مقایسه با استانداردها انجام شد (Pastor et al., 2020). سپس نتایجی چون آمار توصیفی، تجزیه همبستگی، تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با کمک نرم‌افزارهای SAS، Stat graphics و JMP pro 17 انجام شد.

1- Bradford
2- Flame ionizing detector

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

جدول ۱- کد بانک ژن، کد آزمایش و منشا ژنوتیپ‌های استفاده شده در این آزمایش

Table 1. Gene bank code, experiment code and origin of genotypes used in this test

کد بانک ژن(gene bank code)	کد آزمایش (exp code)	منشا (origin)	کد بانک ژن(gene bank code)	کد آزمایش (exp code)	منشا (origin)	کد بانک ژن(gene bank code)	کد آزمایش (exp code)	منشا (origin)
PI199915	2	هند (India)	PI255579	76	ایران (Iran)	PI304506	114	ترکیه(Turkey)
PI199939	4	هند (India)	PI259994	77	پاکستان (Pakistan)	PI343774	135	ایران (Iran)
PI209284	5	روسیه (Russia)	PI260638	82	هند(India)	PI407606	152	ترکیه(Turkey)
PI209300	8	کنیا (Kenya)	PI271069	88	سودان (Sudan)	PI407624	156	ترکیه(Turkey)
PI220647	10	افغانستان (Afghanistan)	PI279054	90	هند(India)	PI401477	161	بنگلادش (Bangladesh)
PI226546	11	اتیوپی (Ethiopia)	PI280229	91	پاکستان (Pakistan)	PI401589	163	هند(India)
PI237539	13	ترکیه(Turkey)	PI283774	95	هند(India)	PI401591	164	هند(India)
PI239706	16	ترکیه(Turkey)	PI291600	99	آرژانتین (Argentina)	PI426521	167	پاکستان (Pakistan)
PI237550	17	فلسطین اشغالی (Palestine)	PI304409	103	پاکستان (Pakistan)	PI525457	172	چین (china)
PI242418	19	استرالیا (Australia)	PI304437	105	ایران (Iran)	PI525458	173	آمریکا(US)
PI243070	21	اردن (Jordan)	PI304449	106	ایران (Iran)	PI537677	176	آمریکا(US)
PI248378	24	هند(India)	PI304451	107	ایران (Iran)	PI537694	180	آمریکا(US)
PI248387	25	هند(India)	PI304454	108	ایران (Iran)	PI537596	181	آمریکا(US)
PI248629	26	پاکستان (Pakistan)	PI304455	109	ایران (Iran)	PI537601	182	آمریکا(US)
PI248844	31	هند(India)	PI304466	110	ایران (Iran)	PI537657	190	آمریکا(US)
PI248368	34	هند(India)	PI304475	112	ایران (Iran)	PI537666	192	آمریکا(US)

ادامه جدول ۱- کد بانک ژن، کد آزمایش و منشا ژنوتیپ‌های استفاده شده در این آزمایش

Continued Table 1. Gene bank code, experiment code and origin of genotypes used in this test

کد بانک ژن(gene bank code)	کد آزمایش (exp code)	منشا (origin)	کد بانک ژن(gene bank code)	کد آزمایش (exp code)	منشا (origin)	کد بانک ژن(gene bank code)	کد آزمایش (exp code)	منشا (origin)
PI250081	36	مصر (Egypt)	PI304500	113	ترکیه(Turkey)	PI537676	195	آمریکا(US)
PI250204	37	پاکستان (Pakistan)	PI305155	116	هند(India)	PI537690	198	آمریکا(US)
PI250528	38	مصر (Egypt)	PI305169	117	هند(India)	PI537691	199	آمریکا(US)
PI250611	41	مصر (Egypt)	PI305533	119	سودان (Sudan)	PI537692	200	آمریکا(US)
PI250718	44	ایران (Iran)	PI306686	121	فلسطین اشغالی (Palestine)	PI537709	208	آمریکا(US)
PI250834	47	ایران (Iran)	PI306920	123	هند(India)	PI543975	213	چین (china)
PI250835	48	ایران (Iran)	PI307060	125	هند(India)	PI544017	218	چین (china)
PI253391	55	اسپانیا(spain)	PI307063	126	هند(India)	PI544043	220	چین (china)
PI253518	58	اتریش (Austria)	PI307076	127	هند(India)	PI548813	222	آمریکا (US)
PI253527	61	فرانسه (France)	PI312275	131	مجارستان (Hungary)	PI560165	225	امریکا (US)
PI253534	64	هلند (Netherlands)	PI314650	132	قزاقستان (Kazakhstan)	PI560166	226	آمریکا (US)
PI253544	67	لهستان(Poland)	PI331145	133	آمریکا (US)	PI560168	227	آمریکا (US)
PI253548	68	دانمارک (Denmark)	PI343776	136	ایران (Iran)	PI560174	229	آمریکا(US)
PI253560	69	مراکش (Morocco)	PI 348915	138	کانادا (Canada)	PI560175	230	آمریکا(US)
PI253561	70	سوییس (Switzerland)	PI369845	141	تاجیکستان (Tajikistan)	PI560176	231	آمریکا(US)
PI253570	71	پرتغال (Portugal)	PI380800	144	ایران (Iran)	PI560185	233	آمریکا(US)
PI253758	72	عراق (Iraq)	PI407614	155	ترکیه (Turkey)	PI560204	235	مکزیک (Mexico)
PI253761	73	عراق (Iraq)	PI401473	157	بنگلادش (Bangladesh)	PI561194	237	آمریکا(US)
PI253763	74	افغانستان (Afghanistan)	PI401474	158	بنگلادش (Bangladesh)	PI568805	239	آمریکا(US)
PI253916	75	افغانستان (Afghanistan)	PI401479	162	بنگلادش (Bangladesh)	PI572434	242	آمریکا(US)
PI537698	178	آمریکا (US)	PI572438	244	آمریکا(US)	PI603208	257	آمریکا(US)
PI537695	179	آمریکا (US)	PI572441	247	آمریکا(US)	PI634712	258	اسپانیا(spain)
PI537644	186	آمریکا (US)	PI572443	248	آمریکا(US)	PI653175	259	چین (china)
PI537656	189	آمریکا (US)	PI572444	249	آمریکا(US)	PI653209	261	چین (china)
PI537663	191	آمریکا (US)	PI572456	251	آمریکا(US)	PM-1	O1	توده یومی
PI537668	193	آمریکا (US)	PI577808	253	آمریکا(US)	گلدشت		رقم ملی
گل مهر		رقم ملی	صفه		رقم ملی	پذیده		رقم ملی
پرنیان		رقم ملی	امیر		رقم ملی	Lanas	L1	ترکیه

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس شاهدها نشان داد بین ژنوتیپ‌های شاهد برای تمام صفات مورد آزمایش به‌جز درصد روغن دانه، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد بین بلوک‌های آزمایش بجز برای صفت روز تا گل‌دهی برای هیچکدام از صفات موردبررسی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، لذا تصحیح داده‌ها فقط برای صفت روز تا گل‌دهی برای بلوک متفاوت انجام شد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی. Yield: عملکرد دانه، NB: تعداد شاخه فرعی، Oil: درصد روغن، DF: روز تا گل‌دهی، FP: دوره گل‌دهی، Pr: درصد پروتئین، H: ارتفاع بوته، TGW: وزن هزاردانه، SP: خارداری

Table 2. Analysis of variance for evaluated traits. Yield: grain yield, NB: number of branches, Oil: percentage of oil content, DF: Day to flowering, FD: flowering period, Pr: protein content, H: Plant height, TGW: 1000-seed weight, SP: spininess

		میانگین مربعات Mean square								
	df درجه آزادی	SP خارداری	H ارتفاع	DF روز تا گلدهی	FP دوره گل-دهی	NB تعداد شاخه فرعی	Yield عملکرد دانه	Oil محتوای روغن	TGW وزن هزار دانه	Pr درصد پروتئین
R تکرار	4	0/00	5/83	155/93**	1/76	2/06	315/60	0/06	0/73	0/09
T تیمار	2	1/66**	735/00**	131/66**	44/60**	9/86**	162589/26**	1/06	29/40**	1/66*
E خطا	8	0/00	12/08	1/58	1/51	0/86	575/10	0/31	0/48	0/28
CV ضریب تغییرات		0/00	3/07	0/46	7/31	10/23	3/88	2/04	2/20	3/48
Adjusted R Squared ضریب تبیین		1/00	0/89	0/97	0/80	0/65	0/97	0/10	0/89	0/33

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

روز تا گل‌دهی

صفت روز تا گل‌دهی یکی از صفات مهم فنولوژیک مورد مطالعه در این پژوهش بود. بازه‌ی سنجش این صفت از زمان کاشت تا شروع گل‌دهی می‌باشد که کدهای ۴۱ و ۱-۱۶۷ با ۲۴۰ روز زودرس‌ترین و کد ۱۳۸ و رقم گلمهر به‌ترتیب با ۲۶۲ و ۲۶۳ روز طولانی‌ترین زمان را به‌خود اختصاص دادند. در میان شاهدها نیز تفاوت معنی‌داری بین گلدشت با ۲۵۰ روز تا گل‌دهی و پدیده با ۲۶۱ روز مشاهده شد. داده‌های حاصل از این مطالعه نشان داد که تنوع زیادی درون ژنوتیپ‌ها و حتی شاهدها برای این صفت وجود دارد.

طول دوره گل‌دهی (روز)

با ثبت صفات روز تا شروع و پایان گل‌دهی، امکان بررسی دوره گل‌دهی فراهم گردید. در این مطالعه ژنوتیپ‌های ۷۱ و ۹۱-۲، با ۸ روز طول دوره گل‌دهی کمترین و ژنوتیپ‌های ۱۰۶ و ۷۴ به‌ترتیب با ۲۳ و ۲۶ روز طول دوره گل‌دهی بیشترین تعداد روز را به‌خود اختصاص دادند. ارقام شاهد گلدشت، گلمهر و پدیده به‌ترتیب ۱۹، ۱۵ و ۱۴ روز طول دوره گل‌دهی داشتند.

ارتفاع بوته

یکی از صفات مهم که همواره گزارشات ضد و نقیضی از نقش آن در عملکرد دانه وجود دارد ارتفاع بوته است. در این صفت نیز همانند سایر صفات ارزیابی شده، اختلاف زیادی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. بیشترین ارتفاع بوته در کدهای ۱۶ و ۱۰۵ به‌ترتیب با ۱۶۰ و ۱۵۵ سانتی‌متر مشاهده شد و کمترین ارتفاع بوته در کد ۲۶۱ با ۶۵ سانتی‌متر مشاهده گردید. ارقام گلدشت، پدیده و گلمهر به‌ترتیب ۱۰۰، ۱۱۵ و ۱۲۰ سانتی‌متر ارتفاع داشتند.

تعداد شاخه فرعی

در این آزمایش برای صفت تعداد شاخه فرعی، تنوع بسیار زیادی بین ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. ژنوتیپ‌های ۱-۱۹۸، ۳-۱۶۷ و ۲۱۸ با داشتن ۲۰ و ۱۵ شاخه فرعی بیشترین تعداد شاخه فرعی را داشتند. میانگین تعداد شاخه فرعی در ارقام شاهد ۸ شاخه برای هر بوته بوده است. مطالعات نشان داده است که سه صفت قطر غوزه، ارتفاع بوته و عملکرد همبستگی معنی‌داری با تعداد شاخه فرعی داشت (Khidir, 1974). همچنین گزارشات جدیدتر حکایت از وجود اثرات افزایشی در کنترل صفت تعداد شاخه فرعی دارد (Nakhaei et al., 2014).

خارداری

وراثت صفت خارداری در گلرنگ توسط چندین محقق مورد مطالعه قرار گرفته است (Golkar et al., 2010; Durbin et al., 2003; Claassen et al., 1952). برخی از این مطالعات گذشته حاکی از آن است که خاردار بودن بر بی‌خاری غالب است و چهار ژن (یعنی Sa، Sb، Sc و Sd) در تعیین سطح خاردار بودن نقش دارند و Sa به‌عنوان ژن اصلی در نظر گرفته می‌شود (Narkhede et al., 1990). همچنین گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد این صفت به‌صورت تک ژنی کنترل می‌شود، یعنی صفت خاردار به‌طور کامل یا جزئی غالب است (Pahlavani et al., 2004). برخی محققان آن‌را حاصل همکاری دو ژن با اثرات افزایشی می‌دانند (Golkar, 2014). در این بررسی از بین ۱۶۰ ژنوتیپ مورد بررسی 52 ژنوتیپ بدون خار و سایر ژنوتیپ‌ها خاردار بودند و شدت خارداری تنوع زیادی در بین ژنوتیپ‌ها از خود نشان داد.

وزن هزاردانه

بررسی روابط بین صفات در گلرنگ نشان داد که میزان تأثیر وزن هزار دانه بر عملکرد دانه صرفا محض نیست و صفات دیگری همچون قطر غوزه و تعداد شاخه فرعی نیز در آن موثر می باشد (Vafaei et al., 2012; Nazari et al., 2022). در این مطالعه کد ۶۸ با ۴۵ گرم و کد ۱۱۰ با ۲۲ گرم به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را داشتند.

پروتئین دانه

اندازه‌گیری پروتئین دانه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مختلف وجود دارد به‌طوری که ژنوتیپ‌های ۱۷۸ و ۱۶۷-۱ با داشتن ۱۹/۷ و ۱۹/۶۸ درصد پروتئین دانه بیشترین میزان و ژنوتیپ‌های ۲-۲۵۹ و ۱-۱۷۳ با ۸ و ۹/۷ درصد پروتئین دانه کمترین میزان این صفت را داشتند. دامنه تغییرات و میانگین این صفت نیز برای همه‌ی ژنوتیپ‌های بررسی شده به‌ترتیب ۱۵/۴ و ۴/۳ بود.

پروفیل اسیدهای چرب

براساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، ژنوتیپ‌های ۲-۲۲۶ و ۱۳۶ به‌ترتیب با ۸۱/۸۵ و ۸۱/۴۴ درصد اسیدچرب اولئیک (C18:1) در پروفیل روغنی خود، بالاترین میزان این اسید چرب را در بین کدهای آزمایشی داشتند. همچنین بیشترین درصد اسیدچرب لینولئیک (C18:2) متعلق به

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

ژنوتیپ‌های ۲-۱۶۴ و ۲-۹۲ با ۸۰/۳ و ۷۸ درصد بود. تحقیقات گذشته نشان داده که این دو صفت با هم همبستگی منفی دارند و افزایش درصد یکی در گیاه گلرنگ موجب کاهش دیگری می‌شود (Khalid et al., 2017). یکی از مهمترین صفاتی که در تعیین کیفیت روغن نقش دارد، نسبت پروفیل اسیدهای‌چرب می‌باشد که ارتباط مستقیمی با ارزش روغن و پایداری آن دارد. به طور کلی هرچقدر میزان اسید اولئیک در پروفیل روغن یک گیاه بیشتر باشد، نرخ اکسیداسیون روغن پایین‌تر و ضریب حرارتی آن بالاتر بوده و ارزش غذایی بالاتری خواهد داشت (Khalid et al., 2017). در این آزمایش ۲۴ ژنوتیپ دارای درصد اسید اولئیک (C18:1) بیش از ۵۸ درصد درپروفیل روغن خود بودند که نشان دهنده‌ی تنوع بالادر کدهای بررسی شده برای این صفت می‌باشد.

میزان روغن (درصد)

بیشترین میزان روغن را ژنوتیپ ۲-۲۳۰ با ۴۰ درصد و کمترین آن را ژنوتیپ ۲۱۳ با ۲۴ درصد داشتند. این دامنه تغییرات بین ژنوتیپ‌ها نشان دهنده‌ی تنوع بالا برای این صفت در بین آنها بود. بر اساس گزارشات قبلی محتوای روغن برای این گیاه بین ۱۱ تا ۴۹ درصد متغیر بوده است (Kisha and Johnson, 2012). مطالعات گذشته نشان داده است کاهش ضخامت پوسته می‌تواند به افزایش درصد روغن منجر شود. به عنوان مثال توسط ژن (par par)، با کاهش ضخامت پوسته گلرنگ، انواعی از ژنوتیپ‌ها با بیش از ۵۰٪ روغن را ارائه داده است (Li and Mundel, 1996). این درحالی است که پوسته ضخیم و توسعه یافته عموماً منجر به سطح روغن زیر ۳۰ درصد می‌شود. انواع مختلف پوسته بذر شامل طبیعی، تحلیل رفته، راه راه، نازک و جزئی در گلرنگ گزارش شده است (Li and Mundel, 1996). از طرفی کاهش نسبت پوسته، با کاهش چشمگیر عملکرد دانه همراه می‌باشد که ایجاد ژنوتیپ‌هایی با لایه‌های ردیفی تحلیل رفته پوسته، این مشکل را نیز تاحدی حل کرده است و منجر به تولید ارقامی با درصد روغن بالای ۴۰ درصد و بدون کاهش وزن دانه گردیده است (Arslan and Culpan, 2018).

عملکرد دانه در بوته

عملکرد دانه مهمترین صفت زراعی قابل ارزیابی در گیاه گلرنگ می‌باشد که در کنار درصد روغن عملکرد روغن را می‌سازد. در این مطالعه بالاترین عملکرد دانه متعلق به ژنوتیپ شماره ۱۴۱ بود و پس از آن به‌ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۱-۱۹۸، ۱۱۳ و ۲۲۹ بیشترین عملکرد را داشتند. میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌های این آزمایش معادل ۵۷۰ گرم برای هر کرت ارزیابی شده بود. در حالی که میانگین شاهدها به‌ترتیب گلدشت: ۷۸۰، پدیده: ۶۴۲ و گلمهر: ۴۲۰ گرم بود.

تجزیه به مولفه‌های اصلی

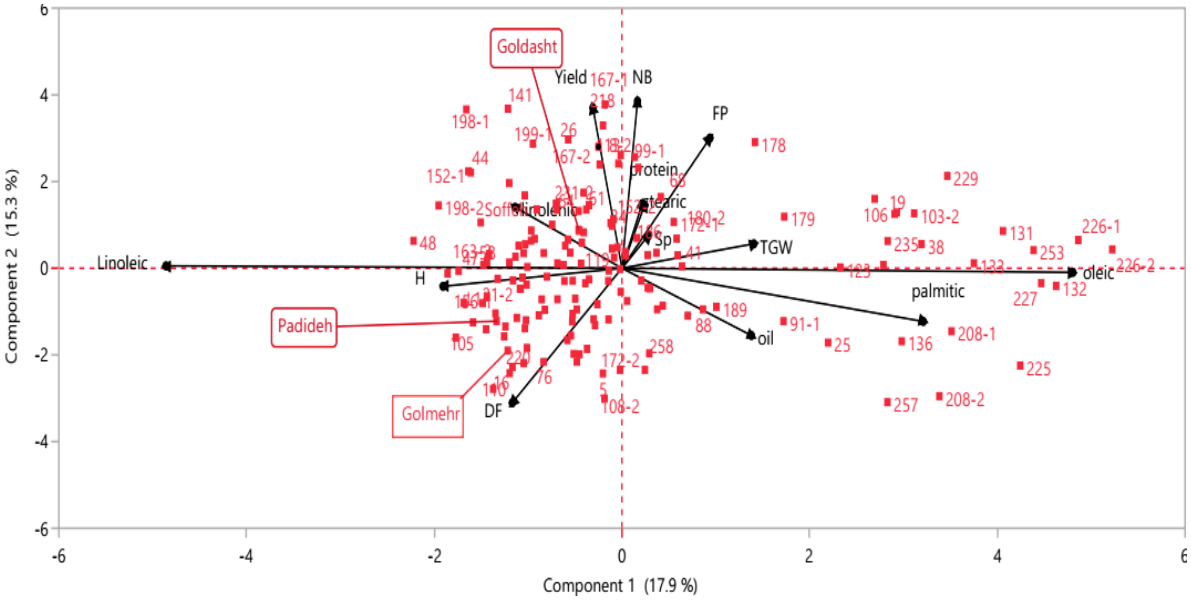
نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که حدود ۵۴/۹۴ درصد از تغییرات به وسیله‌ی ۴ مولفه اول قابل توجیه می‌باشند. سهم مولفه اول ۱۷/۹ درصد و مولفه های بعدی به‌ترتیب ۱۵/۳ ، ۱۳/۵ و ۸/۲۴ درصد بود. توزیع ژنوتیپ‌ها در بای پلات دو طرفه مولفه اول در برابر مولفه دوم نشان داد که ژنوتیپ‌ها در مجموع به چهار گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول که عمده‌ی ژنوتیپ‌ها را تشکیل می‌دهند، اسید لینولئیک بالایی در پروفیل روغن خود دارند و حول محور عملکرد و اجزای آن هستند. گروه دوم حول محور وزن هزاردانه و گروه سوم حول محور پالمیتیک قرار می‌گیرند. گروه سوم دارای ژنوتیپ‌هایی هستند که اسید پالمتیک بالایی دارند و از نظر سایر صفات زراعی تلفیقی از همه صفات هستند. گروه چهارم که اسید اولئیک بالایی دارند حول محور اسید اولئیک قرار می‌گیرند و در مقایسه با کدهایی که حول محوراسید لینولئیک هستند از نظر تعداد، کمتر هستند. بردارها تا حدی نشان دهنده‌ی ارتباط بین صفات هستند و همان گونه که مشاهده می‌شود بردار صفتی مانند درصد پروتئین در راستای بردار صفات تعداد شاخه فرعی و عملکرد می‌باشد که همسو بودن این صفات را باهم دیگر نشان می‌دهد. بردار اسیداولئیک در جهت معکوس اسید لینولئیک می‌باشد که نشان‌دهنده‌ی رفتار کاملا معکوس آنهاست. بیشترین اسیداولئیک حول ژنوتیپ‌هایی دیده می‌شود که درصد روغن بالایی دارند و همچنین در مورد اسید پالمیتیک زمانی که اسید لینولئیک کاهش می‌یابد اسید پالمیتیک نیز همسو با اسید اولئیک کاهش می‌یابد. همان طور که مشاهده می‌شود آن دسته از ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالاتری دارند درصد پروتئین بذری بیشتری نیز دارند و با توجه به قائمه بودن زاویه محور درصد پروتئین با درصد روغن، ارتباط معنی‌داری بین آنها مشاهده نمی‌شود. همچنین کدهای ۲-۲۲۶ و ۱۳۳ با بیش از ۸۰ درصد اسید اولئیک در راستای محور اسیداولئیک قرارگرفتند.

تجزیه خوشه‌ای

نتایج تجزیه خوشه ای توانست ژنوتیپ‌ها را به چهار گروه مجزا تفکیک نماید که تایید کننده نتایج تجزیه به مولفه های اصلی بود (شکل۲). در جدول شماره ۳ میانگین چهار گروه فوق الذکر ارایه گردیده است.

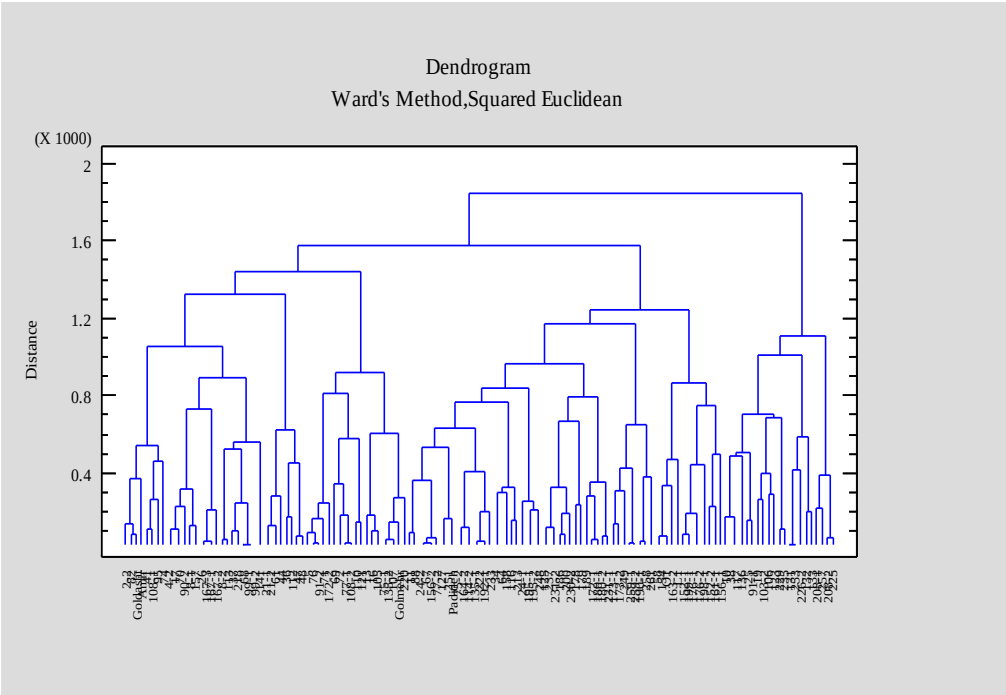
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]



شکل ۱- بای پلات دو بعدی تجزیه به مولفه های اصلی به همراه توزیع ژنوتیپ‌های آزمایشی در کنار بردارها. Yield: عملکرد دانه، NB: تعداد شاخه فرعی، Oil: درصد روغن، DF: روز تا گل‌دهی، FP: مدت زمان گل‌دهی، protein: درصد پروتئین، H: ارتفاع بوته، TGW: وزن هزاردانه، Sp: خارداری،Palmitic : درصد اسید چرب پالمیتیک، Stearic: درصد اسید چرب استاریک، Oleic: درصد اسید چرب اولئیک Linoleic: درصد اسید چرب لینولئیک، Linolenic: درصد اسید چرب لینولنیک

Figure 1. Two-dimensional biplot of principal components analysis with distribution of experimental genotypes along vectors, Yield: grain yield, NB: number of branches, Oil: percentage of oil content, DF: Day to flowering, FD: flowering period, protein: protein content, H: Plant height, TGW: 1000-seed weight, Sp: spininess, Palmitic: palmitic acid content, Stearic: stearic acid content, Oleic: oleic acid content, Linoleic: linoleic acid content, Linolenic: linolenic acid content



شکل ۲- گروه بندی حاصل از تجزیه خوشه ای در ۱۶۰ ژنوتیپ تحت آزمایش

Figure 2. classification of 160 examined genotypes based on cluster analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

جدول ۳ – میانگین چهار گروه تفکیک شده در تجزیه خوشه‌ای. گروه یک تا چهار به‌ترتیب میانگین ژنوتیپ‌های گروه‌ها از راست به چپ در دندروگرام می‌باشند. Yield: عملکرد دانه، NB: تعداد شاخه فرعی، Oil: درصد روغن، DF: روز تا گل‌دهی، FP: مدت زمان گل‌دهی، protein: درصد پروتئین، H: ارتفاع بوته، TGW: وزن هزاردانه، Sp: خارداری،Palmitic : درصد اسید چرب پالمیتیک، Stearic: درصد اسید چرب استاریک، Oleic: درصد اسید چرب اولئیک Linoleic: درصد اسید چرب لینولئیک، Linolenic: درصد اسید چرب لینولنیک

Table 3. Average of four groups classified in cluster analysis. Each of four groups respectively displays the average genotypes of classes from right to left in the dendrogram. Yield: grain yield, NB: number of branches, Oil: percentage of oil content, DF: Day to flowering, FD: flowering period, protein: protein content, H: Plant height, TGW: 1000-seed weight, Sp: spininess, Palmitic: palmitic acid content, Stearic: stearic acid content, Oleic: oleic acid content, Linoleic: linoleic acid content, Linolenic: linolenic acid content

TGW وزن هزاردانه	Oil درصد روغن	Yield عملکرد دانه	NB تعداد شاخه فرعی	DF روز تا گل‌دهی	H ارتفاع بوته	Sp خارداری	
35	30	757	10	248	104	0/22	First group (گروه اول)
32	30	421	7	257	114	0/18	Second group (گروه دوم)
32	32	465	8	251	91	0/75	Third group (گروه سوم)
35	33	564	8	251	91	0/47	Fourth group (گروه چهارم)
protein درصد پروتئین	Linoleic درصد لینولئیک	Linolenic درصد لینولنیک	FP مدت زمان گل‌دهی	Palmitic درصد پالمیتیک	Stearic درصد استاریک	Oleic درصد اولئیک	
16/32	70/29	2/36	17	7/19	2/96	16/33	First group (گروه اول)
15/34	69/72	1/15	12	7/36	2/78	18/03	Second group (گروه دوم)
14/71	68/09	2/12	15	6/30	3/45	19/36	Third group (گروه سوم)
15/38	14/9	1/53	15/95	8/50	3/37	72/12	Fourth group (گروه چهارم)

تجزیه همبستگی جزء

جدول ۴ نشان‌دهنده نتایج تجزیه همبستگی جزء است. در این بررسی، قدرت رابطه خطی بین متغیرها را که ابتدا برای رابطه آنها با سایر متغیرهای جدول تعدیل شده است، اندازه گیری می‌کند. به همین دلیل احتمال معنی‌دار شدن صفات، در اثر تاثیر سایر متغیرها به حداقل رسیده و می‌توان با اطمینان بیشتری نسبت به انتخاب بر اساس صفات موثر اقدام نمود (Kunihiro et al. 2004). ارزیابی پروفیل اسیدهای چرب برای تعداد زیادی از ژنوتیپ‌ها در این آزمایش نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین میزان اسید اولئیک و درصد روغن دانه وجود دارد. همچنین رابطه‌ی مشابهی بین اسید پالمیتیک و درصد روغن نیز برقرار هست. نتایج نشان داد ژنوتیپ‌های دارای بیشترین درصد اسید اولئیک و پالمتیک بیشترین درصد روغن را دارند و همان گونه که در جدول شماره ۳ مشخص هست ارتباط منفی و معنی‌داری بین اسید اولئیک و لینولئیک وجود دارد و این بدین معنی می‌باشد که افزایش یکی با کاهش دیگری همراه هست. تحقیقات گذشته بر روی گیاه گلرنگ نیز این موضوع را عنوان نموده‌اند (Arslan, 2007). با توجه به اینکه همبستگی‌های معنی‌داری بین اسید چرب‌های مختلف وجود دارد، همبستگی جزئی می‌تواند با استخراج اثر غیر مستقیم هر کدام از پارامترهای دیگر از ارتباط مستقیم دو پارامتر، ضریب همبستگی تصحیح شده را نمایش دهد. در این آزمایش ارتباط معنی‌داری بین پروتئین دانه و هیچکدام از صفات دیگر مشاهده نشد. این مشاهدات می‌تواند نشان دهنده این موضوع باشد که در گیاه گلرنگ ارتباط بین درصد پروتئین و روغن دانه همبستگی منفی و شدیدی ندارد و پروتئین بالا در دانه‌های پر روغن نیز مشاهده می‌شود همانند ژنوتیپ‌های ۱۷۸، ۱–۱۹۵، ۲–۱۹۵ و ۲–۲۲۶. عدم وجود همبستگی منفی بین درصد روغن و پروتئین دانه در گلرنگ قبلا نیز گزارش گردیده است (Oz, 2016). گزارشات قبلی بر روی گیاهانی چون سویا نشان داده است که همبستگی منفی و معنی‌داری بین درصد روغن و درصد پروتئین دانه وجود دارد (Hossain et al., 2019; Hymowitz et al., 1972). همچنین نتایج نشان داد که بیشترین درصد اسید اولئیک و پالمیتیک در ژنوتیپ‌های خاردار مشاهده می‌شود که درصد روغن بالایی دارند و این خارداری با درصد روغن بالا نیز همبستگی دارد. ژنوتیپ‌های پرروغن خاردارند و درصد روغن‌های بیش از ۳۵ درصد نیز در بین آنها مشاهده شده و نتایج قبلی نیز حاکی از این موضوع بود (Nazari et al., 2022). مدت زمان گل‌دهی با روز تا گل‌دهی ارتباط معنی‌داری داشت و آن‌هایی که روز تا گل‌دهی بیشتری داشتند عملا مدت زمان گل‌دهی کمتری از خود نشان می‌دادند. این موضوع می‌تواند به دلیل این باشد که ژنوتیپ‌های دیررس در زمان گل‌دهی با دماهای بالاتر و آب کمتر مواجه می‌شوند و در نتیجه تحت تاثیر شرایط محیطی زودتر دوره زندگی خود را به اتمام می‌رسانند. این موضوع را می‌توان در ژنوتیپ‌های زودرس نیز جستجو کرد. در بسیاری از گونه‌های زراعی، ژنوتیپ‌های دیررس عملکرد بالاتری دارند ولی در گلرنگ این روند معکوس می‌باشد زیراکه زمان رسیدگی با گرمای خرداد ماه و اوایل تیر ماه همراه هست در نتیجه ژنوتیپ‌های دیررس در زمان گل‌دهی و پرکردن گل به کم آبی وتنش‌های رطوبتی و دمایی برخورد می‌کنند. این روند در ارقام زودرس گلرنگ با توجه به پا کوتاهی و تعداد شاخه فرعی زیاد و عدم برخورد به تنش گرمایی خرداد ماه برعکس می‌باشد. در نتیجه دانه را بهتر پر می‌کنند و عملکرد بالایی دارند. تعداد شاخه فرعی به عنوان یکی از اجزای عملکرد مهم، تاثیر خیلی زیادی روی عملکرد داشت. گزارشات قبلی نیز تاییدکننده این نتایج می‌باشند (Nazari et al., 2022). در مورد صفت ارتفاع باید اشاره کرد که با عملکرد، رابطه مثبت و معنی‌داری دارد به

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

عبارتی هرچه ارتفاع بیشتر شده، عملکرد دانه نیز زیادتر شده است اما در این آزمایش مشاهدات متناقض نیز مشاهده گردید. یکی دیگر از نتایج مورد توجه این آزمایش وجود همبستگی منفی بین صفت خارداری و ارتفاع بود.

جدول ۴- ضریب همبستگی جزء (partial correlation coefficients) بین صفات ارزیابی شده در این آزمایش. P: درصد پروتئین، Pa: درصد اسید چرب پالمیتیک، St: درصد اسید چرب استاریک، Ol: درصد اسید چرب اولئیک، L: درصد اسید چرب لینولئیک، Lin: درصد اسید چرب لینولنیک، F: مدت زمان گل‌دهی، O: درصد روغن، Y: عملکرد، N: تعداد شاخه فرعی، D: روز تا گل‌دهی، H: ارتفاع بوته، T: وزن هزاردانه، S: خارداری

Table 4. Partial correlation coefficients between the evaluated traits in this experiment. P: protein content, Pa: palmitic acid content, St: stearic acid content, Ol: oleic acid content, L: linoleic acid content, Lin: linolenic acid content, F: flowering duration, O: percentage of oil content, Y: grain yield, N: number of branches, D: Day to flowering, H: Plant height, T: 1000-seed weight, S: spininess

S	T	H	D	N	Y	O	F	Lin	L	Ol	St	Pa	P	
0/00	0/10	-0/01	-0/08	0/02	0/04	-0/12	-0/03	0/13	0/04	0/05	-0/07	0/01	-	P
-0/24**	0/10	0/10	-0/23**	0/02	-0/08	0/19*	-0/11	-0/59**	-0/79**	-0/77**	-0/65**	-		Pa
-/06	-0/01	0/08	-0/24**	0/14	-0/16*	0/04	-0/05	-0/40**	-0/72**	-0/71**	-			St
-0/16*	-0/05	0/05	-0/15	0/12	-0/08	0/16*	-0/08	-0/66**	-0/99**	-				Ol
-0/16*	-0/05	0/06	-0/16*	0/12	-0/08	0/16	-0/08	-/066**	-					L
-0/09	-0/08	0/07	-0/17*	0/07	-0/01	0/09	-0/08	-						Lin
0/02	0/15	0/11	0/45**	0/00	0/02	-0/12	-							F
0/27**	-0/09	-0/06	-0/11	-0/03	-0/12	-								O
-0/02	0/10	0/29**	-0/17*	0/58**	-									Y
0/10	-0/04	-0/10	-0/05	-										N
0/00	0/10	0/39**	-											D
-0/22**	-0/05	-												H
-0/03	-													T
-														S

* و ** به‌ترتیب معنی داری در سطوح ۵ و ۱ درصد را نشان می دهند.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد تنوع بسیار زیادی بین ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده وجود دارد که می‌توان از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی بهره برد. شناسایی تعداد قابل توجهی از ژنوتیپ‌های دارای اولئیک اسید بالا و بررسی ارتباط آن با صفات مهم زراعی و کیفی گلرنگ، از مهمترین دستاوردهای این آزمایش بود. همچنین با توجه به سایر نتایج آزمایش همبستگی، می‌توان بر اساس صفات ظاهری مانند خارداری، تعداد شاخه، زودرسی و ارتفاع بوته، انتخاب برای افزایش درصد روغن و عملکرد را بهبود بخشید.

منابع

Arslan, B. (2007). The determination of oil content and fatty acid compositions of domestic and exotic safflower (Carthamus tinctorius L.) genotypes and their interactions. Journal of Agronomy., 6: 415-420.

Arslan, B., and Culpan, E. (2018). Identification of suitable safflower genotypes for the development of new cultivars with high seed yield, oil content and oil quality. Azarian Journal of Agriculture., 5: 133-141.

Arzu, K. O. S. E., Onder, O., Bilir, O., and Kosar, F. (2018). Application of multivariate statistical analysis for breeding strategies of spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Turkish Journal of Field Crops., 23: 12-19.

Baba, K., Ritei, S., Masaaki S. (2004). Partial correlation and conditional correlation as measures of conditional independence. Australian and New Zealand Journal of Statistics., 46 (4): 657–664.

Belikina, A. V., and Sukhareva, E. P. (2021). The role of dyeing safflower in ensuring food security of the Volgograd region. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 848, No. 1, p. 012196). IOP Publishing.

Biradar, S.S., Patil, M.K., Naik, V.R., Mukta, N., Nayidu, N.K., Desai, S.A. (2022). Safflower Improvement: Conventional Breeding and Biotechnological Approach. PP 279–312 in: Gosal, S.S., Wani, S.H. (eds) Accelerated Plant Breeding, Volume 4. Springer, Cham.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical biochemistry., 72(1-2): 248-254.

Cho, M. H., Paik, Y. S., and Hahn, T. R. (2000). Enzymatic conversion of precarthamin to carthamin by a purified enzyme from the yellow petals of safflower. Journal of agricultural and food chemistry., 48(9): 3917-3921.

Claassen, C. E. (1952). Inheritance of sterility, flower color, spinelessness, attached pappus and rust resistance in safflower, Carthamus tinctorius L. Research Bulletin: Bulletin of the Agricultural Experiment Station of Nebraska No. 171

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]

Durbin, M. L., Lundy, K. E., Morrell, P. L., Torres-Martinez, C. L., and Clegg, M. T. (2003). Genes that determine flower color: the role of regulatory changes in the evolution of phenotypic adaptations. Molecular phylogenetics and evolution., 29(3): 507-518.

Ekshinge, B. S., Sondge, V. D., and Raikhelkar, S. V. (1995). Correlation and regression studies in safflower varieties. Journal of Maharashtra Agricultural Universities., 19: 230-232.

El-Lattief, E. A. (2012). Evaluation of 25 safflower genotypes for seed and oil yields under arid environment in upper Egypt. Asian Journal of Crop Science., 4: 72-79.

Golkar, P. (2014). Breeding improvements in safflower (Carthamus tinctorius L.): A review. Australian Journal of Crop Science., 8:1079-1085.

Golkar, P., Arzani, A., and Rezaei, A. M. (2010). Inheritance of flower colour and spinelessness in safflower (Carthamus tinctorius L.). Journal of genetics., 89: 259-262.

Hossain, Z., Johnson, E. N., Wang, L., Blackshaw, R. E., and Gan, Y. (2019). Comparative analysis of oil and protein content and seed yield of five Brassicaceae oilseeds on the Canadian prairie. Industrial Crops and Products, 136: 77-86.

Hymowitz, T., Collins, F. I., Panczner, J., and Walker, W. M. (1972). Relationship between the content of oil, protein, and sugar in soybean seed 1. Agronomy Journal, 64(5), 613-616.

Khalid, N., Khan, R. S., Hussain, M. I., Farooq, M., Ahmad, A., and Ahmed, I. (2017). A comprehensive characterisation of safflower oil for its potential applications as a bioactive food ingredient-A review. Trends in Food Science and Technology., 66: 176-186.

Khidir, M.O. (1974). Genetic variability and inter-relationship of some quantitative characters in safflower. Journal of Agricultural Science., 83: 197-202.

Kisha, T. J., Johnson, R.C. (2012). Safflower. PP 147–164 in: Gupta, S. (eds) Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1. Springer, New York, NY.

Kizil, S., Çakmak, Ö., Kirici, S., and İnan, M. (2008). A comprehensive study on safflower (Carthamus tinctorius L.) in semi-arid conditions. Biotechnology and Biotechnological Equipment., 22(4): 947-953.

Li, D. and Mundel, H. H. (1996). Safflower. Carthamus tinctorius L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Mohammadi, M., Hajeb, P., Seyyedian, R., Hossein, G., and Barmak, A. (2013). Evaluation of oxidative quality parameters in imported edible oils in Iran. British Food Journal., 115(6): 789-795.

Nakhaei, M., Baghizadeh, A., Mohammadi-Nejad, G., and Golkar, P. (2014). Genetic analysis of salt tolerance in safflower (Carthamus tinctorius L.). Annual Research and Review in Biology., 4: 337-346.

Narkhede, B. N. and Deokar A. B. (1990). Inheritance of spininess and pericarp types in safflower. Journal of Maharashtra agricultural universities., 15: 279–281.

Nazari, M., Shariati, F., Sadeghi, H., and Jabbari, H. (2022). Evaluation of genetic diversity in 273 safflower genotypes collected from different regions of the world. Journal of Crop Breeding., 14(44): 174-180.

Oz, M. (2016). Relationship between sowing time, variety, and quality in safflower. Journal of Chemistry, 2016: 8 pages

Pahlavani, M., Mirlohi, A., and Saeidi, G. (2004). Inheritance of flower color and spininess in safflower (Carthamus tinctorius L.). Journal of Heredity., 95(3): 265-267.

Pastor, K., Ilić, M., Vujić, D., Jovanović, D., and Ačanski, M. (2020). Characterization of fatty acids in cereals and oilseeds from the Republic of Serbia by gas chromatography–mass spectrometry (GC/MS) with chemometrics. Analytical Letters., 53(8): 1177-1189.

Patil, H. S. (1998). Genetic variability, association and path analysis in safflower. Indian Journal of Agricultural Resources., 32: 46-50.

Raeisi, N., Beheshti, B., and Sharifnasab, H. (2020). Design, Construction and Evaluation of a Picking Safflower Harvesting Machine. Agricultural Mechanization and Systems Research., 21(74): 237-250.

Rahmati, F., Seifzade, S., Jabari, H., Valadabadi, A., and Hadidi, A. (2020). Effect of drought stress and foliar spraying on some physiological and agronomic traits of safflower cultivars. Scientific Journal of Crop Physiology., 47: 27-43.

Safavi, S. A., Safavi, S. M., and Safavi, A. S. (2011). Correlation between traits and path analysis for seed yield in safflower (Carthamus tinctorius L.) under rainfed conditions. American Journal of Scientific Research., 19: 22-26.

Vafaei, S. N., Tobeh, A., Hokmalipour, S., and Parchin, R. A. (2012). Investigate the Correlation Between Components of Grain Filling and Grain Yield of Different Cultivars of Rain-Fed Safflower. World Applied Sciences Journal., 18(9): 1257-1263.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.113]