

Grouping of Candidate Drought Tolerant Genotypes of Chickpea based on Yield and Yield Components in Different Planting Dates in Water Deficit Conditions

Mehrdad Saeedian¹, Morteza Goldani^{2*}, Mehdi Parsa², Saeedreza Vessal³

Received: 25-08-2023

Revised: 03-02-2024

Accepted: 13-03-2024

Available Online: 21-02-2024

Cite this article:

Saeedian, M., Goldani, M., Parsa, M., & Vessal, S.R. (2024). Grouping of candidate drought tolerant genotypes of chickpea based on yield and yield components in different planting dates in water deficit conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 15(1), . (In Persian with English Abstract). <https://doi.org/10.22067/ijpr.2024.83890.1063>

Introduction

Given the expected population growth in the coming years and the necessity to provide food for people, legumes, especially chickpeas, hold significant importance in terms of economics, nutrition, soil improvement, and crop rotation. Legumes are considered one of the most important sources of protein in most developing countries. Researchers believe that early cultivation of chickpeas leads to better performance due to the longer vegetative growth period and concurrent reproductive phase with appropriate rainfall and desirable moisture. On the other hand, studies show that spring planting of chickpeas leads to a reduction in all growth factors due to the simultaneous sensitive growth stages with water deficit and drought stress. This study was conducted to grouping of candidate chickpea genotypes in response to water deficit based on their yield performance and components at different planting dates.

Materials and Methods

This study was conducted at the research farm station of the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, in the year 2018-19. In this research, six genotypes and two cultivars were evaluated in a randomized complete block design with four replications as a split-plot design. Seeds were obtained from the seed bank collection of Research Center for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. Planting was done in two dates in 5 March and 13 April with a density of 40 plants per square meter. Also, irrigations were done only at two stages; the first stage was irrigated with the purpose of achieving the emergence and the second irrigation at the time of 50% flowering with 20 mm in both stages. To measure traits such as emergence time, flowering time (50% of plants in flowering stage) and biomass, plant height,

1 and 2- Ph.D. Student and Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.

3- Assistant Professor, Research Institute of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

* Corresponding Author: goldani@um.ac.ir



©2024 The author(s). This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

number of pods per plant, percentage of fertile pods, and 100-seed weight at the end of the growth stage and harvest time, five plants were randomly selected from each plot, and the desired traits were examined and recorded. At the time of full maturity and drying of the plants, after removing half a square meter margin from each plot, biological and seed yield were measured, and for calculating biological yield, the dry weight of seeds was added to the dry weight of plant residues.

Results and Discussion

The results showed that in the first planting date (5 March), there was a significant superiority in all traits compared to the second planting date (13 April). Significant differences were observed among the different genotypes in terms of emergence percentage, days to maturity, plant height, days to flowering, biological yield, podding, and seed yield. Genotype MCC352 had the highest number of pods per plant (34 pods), and genotype MCC427 had the highest number of days to flowering. Genotype MCC537 was superior in plant height and biological yield, but genotype MCC696 was superior in days to maturity and seed yield, indicating that these two genotypes had better responses to environmental conditions. Based on cluster analysis of chickpea genotypes in the first planting date, eight genotypes were classified into four clusters. Cluster 1 included genotypes MCC352, MCC537, MCC552, MCC80, and Jam cultivar. Cluster 2 included Samin cultivar. Cluster 3 included genotype MCC427, and cluster 4 included genotype 696MCC. Cluster 1 had the highest coefficients in terms of emergence percentage and days to maturity, and cluster 2 had the highest coefficients of days to maturity and days to flowering. Similarly, in the second planting date, eight chickpea genotypes were classified into three clusters. Cluster 1 included genotypes MCC696, MCC537, MCC552, MCC80, and Jam cultivar. Cluster 2 included genotypes MCC352 and MCC427. Cluster 3 included Samin cultivar. Cluster 1 had the highest coefficients in terms of emergence percentage and days to maturity, and cluster 2 had the highest coefficients of days to maturity and emergence percentage. Furthermore, the Principal Component Analysis of the studied genotype traits showed that in the first planting date (5 March), PC1 (43.4%) and PC2 (25.7%) accounted for a total of 69.1% of the variance, while in the second planting date, PC1 (36.8%) and PC2 (27%) accounted for a total of 63.3% of the variance. Overall, the studied genotypes had better performance and yield components in the first planting date.

Conclusions

In general, it can be concluded that delayed planting and exposure to drought stress during the critical growth stages of the plant at the end of the season resulted in a decrease in chickpea yield and its components. It was observed that planting chickpea on time to avoid late drought stress at flowering and podding stages would lead to a better yield and its components.

Keywords: Cultivation time, Drought stress, Growth stages, Principal Component Analysis

پیش از دستار

گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کاندید متحمل به خشکی نخود کابلی بر اساس عملکرد و اجزای عملکرد در تاریخ‌های مختلف کاشت در شرایط کم آبیاری

مهرداد سعیدیان^۱، مرتضی گلدانی^{۲*}، مهدی پارسا^۳، سعیدرضا وصال^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۳

چکیده

به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کاندید متحمل به خشکی نخود در تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تاریخ‌های کاشت (۱۴ اسفند و ۲۴ فروردین) به عنوان عامل اصلی و ژنوتیپ‌های نخود (MCC537، MCC552، MCC696، MCC427، MCC352 و MCC80) و دو رقم جم و ثمن به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم در تمامی صفات دارای برتری بودند. بیشترین تعداد روز تا رسیدگی (۱۰۳ روز) و بالاترین عملکرد دانه (۱/۰۶ کیلوگرم در مترمربع) در ژنوتیپ MCC۶۹۶ و همچنین بالاترین ارتفاع بوته (۳۴ سانتی‌متر) و عملکرد بیولوژیک (۲/۶۴ کیلوگرم در مترمربع) در ژنوتیپ MCC۵۳۷ به دست آمد. ژنوتیپ MCC۳۵۲ دارای بیشترین میزان تعداد غلاف در بوته (۳۴ غلاف) بود. ژنوتیپ‌ها بر اساس شباهت، در تاریخ کاشت اول به چهار خوشه و در تاریخ کاشت دوم به سه خوشه تقسیم شدند. نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) نشان داد که در تاریخ کاشت اول PC1 و PC2 (۶۹/۱٪) و در تاریخ کاشت دوم (۶۳/۳٪) کل واریانس داده‌ها را به خود اختصاص دادند. به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که بهترین تاریخ کاشت

برای کشت نخود بهاره در شرایط کم آبیاری مشهد، نیمه اسفندماه و بهترین ژنوتیپ‌ها جهت کشت، MCC۵۳۷ و MCC۶۹۶ بودند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تنش خشکی، زمان کشت، مراحل رشد

مقدمه

نخود با نام علمی (*Cicer arietinum. L*)، سومین محصول زراعی مهم خانواده حبوبات و یکی از محصولات غذایی اصلی است که بعد از لویا و نخود فرنگی بیشترین سطح زیر کشت را در بین حبوبات دارد (Fernández *et al.*, 2013). حبوبات در اکثر کشورهای در حال توسعه از جمله مهم‌ترین منابع پروتئینی محسوب می‌شوند و در بین حبوبات، نخود با داشتن میزان پروتئین خام بین ۱۷ تا ۲۳ درصد که دو تا سه برابر پروتئین موجود در غلات می‌باشد، می‌تواند بخشی از پروتئین مورد نیاز کشور را تأمین کند (Zaferanieh *et al.*, 2009). نخود در شرایط گسترده و متنوع محیطی و در حدود ۵۹ کشور مختلف اعم از خشک و نیمه خشک و معتدل از نظر دمایی کشت می‌شود (Muehlbauer & Tulle, 1997). سطح زیر کشت جهانی نخود ۱۳/۹۸ میلیون هکتار و تولید کل آن ۱۳/۷۳ میلیون تن می‌باشد. تقریباً ۹۰ درصد از کشت گیاه نخود در سطح جهان به صورت دیم انجام می‌شود و تولید آن طی ۳۰ سال گذشته از ۶/۶ میلیون تن به ۱۰ میلیون تن افزایش یافته است (FAO, 2021). در ایران، نخود در بین حبوبات با مساحت معادل ۶۲/۸ درصد جایگاه نخست را به خود

۱ و ۲- دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۳- استادیار، پژوهشکده علوم گیاهی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

(goldani@um.ac.ir)

*- نویسنده مسئول:

اختصاص داده است. باتوجه به اینکه عمدتاً کشت نخود در ایران به صورت دیم انجام می‌پذیرد، لذا وقوع تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی این گیاه یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد آن است (Parsa & Bagheri, 2009).

باتوجه نوسانات اقلیمی رخ داده در سال‌های اخیر، لزوم یافتن ژنوتیپ‌های منعطف در برابر تغییرات اقلیمی و تنش‌های مختلف به‌خصوص تنش خشکی جهت ثبات هر چه بیشتر عملکرد نخود اهمیت بسیار زیادی دارد (Tiwari et al., 2023).

تاریخ کاشت‌های مختلف به‌دلیل تفاوت در میزان تشعشع خورشیدی، طول روز و دماهای مختلف، بر روی مراحل رویشی و زایشی گیاه اثرگذار است. تاریخ کاشت نامناسب به‌دلیل مواجهه با دمای نامطلوب، بر روی مراحل رویشی و زایشی گیاه اثر می‌گذارد (Amraei, 2022). کاهش طول دوره رشد گیاه یا مواجهه مراحل حساس رشدی آن با شرایط نامطلوب دمایی، می‌تواند باعث کاهش رشد شود، اما این می‌تواند یک راهکار مناسب برای تحمل به خشکی در گیاه نخود باشد. از جمله عوامل مهم در انتخاب تاریخ کاشت می‌توان به شرایط آب و هوایی بارش باران، دما، تشعشع و طول روز اشاره کرد (Skendžić et al., 2021). یکی از مهم‌ترین تأثیرات انتخاب تاریخ کاشت مناسب، بر روی عملکرد اقتصادی گیاه است. در مناطق معتدل آب و هوایی، انتخاب تاریخ کاشت مناسب به‌دلیل حداکثر بهره‌وری از منابع در طول فصل رشد کوتاه، بسیار حیاتی است (Sajid & Hu, 2022). در فصل بهار، به‌دلیل فرصت کم گیاه برای استفاده حداکثری از منابع، گیاه باید در اولین فرصت ممکن کشت شود. کاشت زود هنگام گیاه در بستر سرد، ممکن است باعث استقرار ضعیف گیاهان و افزایش صدمات حاصل از تنش سرمایی شود. تأخیر در کاشت، احتمال کوتاه شدن فصل رشد و افزایش خشکی بستر بذر را افزایش می‌دهد. این موضوع، برای گیاه نخود که معمولاً شرایط خشک یا کم‌آبی و کاهش رطوبت خاک را در اواخر فصل رشد تجربه می‌کند، موضوع بسیار مهمی است (Skendžić et al., 2021). غلامی و همکاران (Gholami et al., 2015) در مطالعه‌ای بیان کردند که کاشت نخود در اواخر زمستان نسبت به کشت بهاره آن برتری دارد و هر چقدر دفعات آبیاری بیشتر شود، عملکرد دانه نخود

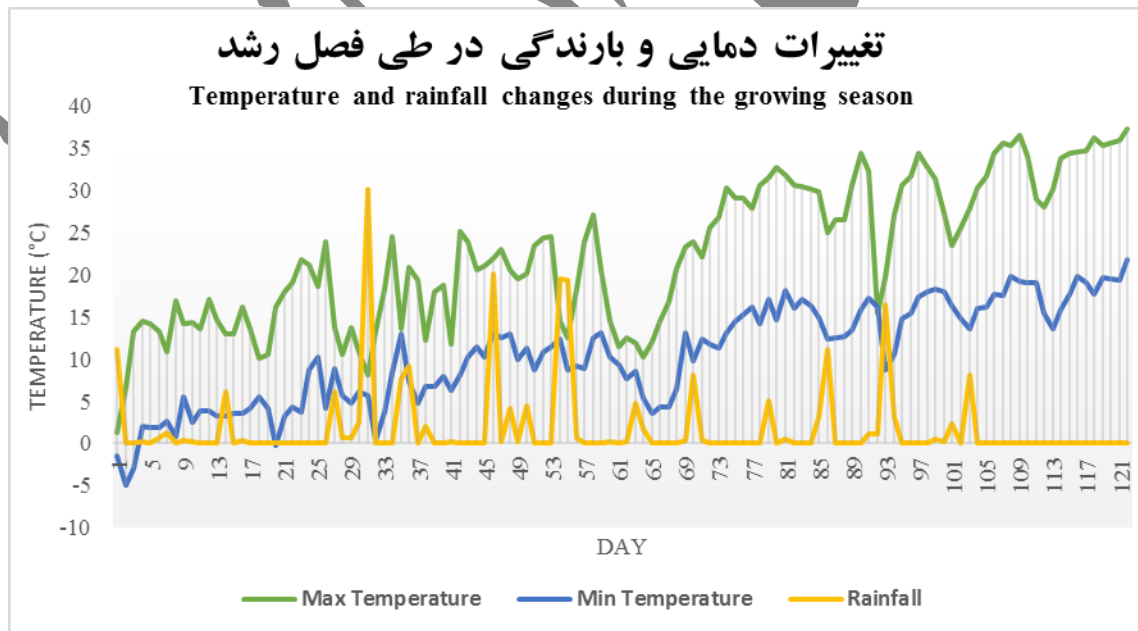
نسبت به شرایط دیم بیشتر خواهد شد. در تحقیقی که طی دو سال زراعی بر روی نخود در همدان صورت گرفت، گزارش شد که با تأخیر در کاشت، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه کاهش یافت و بیشترین تعداد غلاف بوته، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه، در تاریخ کاشت اول (۲۰ دی) حاصل شد (Seyedi *et al.*, 2020). در بررسی اثر تاریخ کاشت‌های مختلف نخود بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک سه رقم نخود زراعی نشان داده شد، تأخیر در تاریخ کشت موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع گیاه، تعداد شاخه اصلی و فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و کاهش مرحله رشد رویشی گیاه می‌شود. کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی، با کاهش فرآورده‌های فتوسنتزی در گیاه همراه بود و مواد فتوسنتزی کمتری به اندام‌های زایشی انتقال یافت و در نتیجه، عملکرد گیاه کاهش یافت (Panah *et al.*, 2022).

از سوی دیگر، کمبود رطوبت بر روی جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه در مزرعه، توانایی فتوسنتز گیاه و رفتارهای اسمزی سلول مؤثر است. با این حال، گونه‌ها و ژنوتیپ‌ها در میزان تحمل به خشکی بسیار متفاوت هستند. بهبود و اصلاح ژنوتیپ‌ها، جایگزینی برای ثبات عملکرد در شرایط تنش خشکی به‌شمار می‌رود (Islam *et al.*, 2021). بنابراین، اصلاح و بهبود ژنوتیپ‌های نخود با کارایی مصرف آب بالاتر و عملکرد بهتر، در مناطق مستعد تنش خشکی می‌تواند از نظر وضعیت اقتصادی کشاورزان این مناطق با اهمیت باشد. متخصصان اصلاح ژنتیک نخود در حال حاضر، شناسایی ارقام زودرس با عملکرد بالا که زودرسی در آن‌ها یک مکانسیم تحمل به خشکی به‌شمار می‌رود را اولویت خود قرار داده‌اند (Tiwari *et al.*, 2023).

هدف این تحقیق، گروه‌بندی ژنوتیپ‌های کاندید متحمل به خشکی نخود از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در دو تاریخ کاشت متمایز به‌صورت کم آبیاری در شرایط آب و هوایی مشهد بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه ۲۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دو تاریخ کاشت ۱۴ اسفند ۱۳۹۷ و ۲۴ فروردین ۱۳۹۸ به عنوان کرت اصلی و شش ژنوتیپ به عنوان کاندیدای مقاوم به خشکی (MCC427, MCC537, MCC552, MCC696, MCC352 و MCC80) و دو رقم رایج (جم و ثمین) به عنوان کرت فرعی بود. اطلاعات هواشناسی در شکل ۱ قید شده است.



شکل ۱- آمار هواشناسی (ماهانه) ایستگاه سینوپتیک مشهد طی دوره آزمایش در سال‌های ۹۸-۱۳۹۷
Fig. 1- Meteorological statistics (monthly) of Mashhad synoptic station during the test period in 2017-2018

قبل از اجرای آزمایش، به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، از خاک مزرعه نمونه برداری شد و ویژگی‌های آن در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی (۰-۳۰) سانتی متری

Table 1- The results of chemical analysis of experimental field soil (0-30 Cm)

بافت Texture	شوری Salinity (دسی زیمنس بر متر) (dS.m ⁻¹)	اسیدیته Acidity	کربن آلی (درصد) Organic carbon (percent)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (percent)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم) Phosphorus (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) Potassium (mg.kg ⁻¹)
سیلتی لومی Silty loam	1.2	7.95	0.51	0.08	29.6	119

در این آزمایش، هر کرت آزمایشی شامل چهار خط به طول شش متر و با فواصل خطوط ۴۵ سانتی متر بوده و تراکم کشت بر مبنای ۴۰ بوته در مترمربع بود. برای آماده‌سازی بستر کاشت، پس از شخم زدن زمین با دیسک و ماله تسطیح شد. روش کاشت بذور نیز به صورت دستی انجام گرفت. یک مرحله وچین در تاریخ ۲۰ اردیبهشت ۱۳۹۸ انجام گرفت. همچنین، دو مرحله آبیاری که آبیاری اول با هدف سبز شدن و آبیاری دوم در زمان ۵۰ درصد گل‌دهی به میزان ۲۰ میلی متر انجام شد.

برای اندازه‌گیری صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل زمان سبز شدن، زمان ۵۰ درصد گل‌دهی، زیست‌توده، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، درصد غلاف بارور و وزن ۱۰۰ دانه، از هر کرت تعداد پنج بوته به صورت تصادفی در مرحله انتهای رشد و در زمان رسیدگی کامل انتخاب و برداشت شد و صفات مورد نظر در این نمونه‌ها بررسی و ثبت شد.

پس از رسیدگی کامل و خشک شدن بوته‌ها و نیز حذف حاشیه به اندازه نیم مترمربع از هر کرت، نمونه برداری برای

اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه انجام شد. برای محاسبه عملکرد بیولوژیکی، وزن خشک دانه‌ها با وزن خشک بقایای گیاه جمع شد. جهت محاسبه شاخص برداشت، از معادله زیر استفاده شد که در آن GY: عملکرد دانه و BY: عملکرد بیولوژیکی گیاه است:

$$\text{HI} = (\text{GY}/\text{BY}) \times 100 \quad \text{معادله (۱)}$$

برای محاسبات آماری در این مطالعه از نرم‌افزار SAS 9.2 و برای ترسیم از Excel (Ver. 2013) استفاده شد. برای آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس‌ها از نرم‌افزار Minitab 16 و برای تجزیه خوشه‌ای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و ترسیم نمودارها از نرم‌افزار SPSS 19 استفاده گردید. برای صحت گروه‌بندی انجام شده، از تجزیه واریانس چند متغیره، تجزیه تابع تشخیص استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن انجام شد و سطح احتمال به کار رفته در کلیه تجزیه و تحلیل‌ها ۹۵ درصد در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث

درصد سبز شدن

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر اصلی ژنوتیپ و برهم کنش ژنوتیپ × تاریخ کاشت بر درصد سبز شدن از نظر آماری بسیار معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۲). در تاریخ کاشت دوم، در همه ژنوتیپ‌ها به جز ژنوتیپ ۵۳۷ MCC، درصد سبز شدن کاهش یافت. در تاریخ کاشت اول، رقم ثمین (۹۵ درصد) بیشترین و ژنوتیپ MCC۴۲۷ (۷۰ درصد) کمترین درصد سبز شدن را داشتند. در تاریخ کاشت دوم، ژنوتیپ MCC۵۳۷ (۹۰ درصد) بیشترین و رقم ثمین (۳۰ درصد) کمترین میزان این صفت را دارا بودند. بیشترین میزان درصد سبز شدن در بین ژنوتیپ‌های هر دو تاریخ کاشت، مربوط به رقم ثمین (۹۵ درصد) در تاریخ کاشت اول و کمترین میزان درصد سبز شدن نیز مربوط به رقم مذکور

(۳۰ درصد) در تاریخ کاشت دوم بوده و تفاوت بیشترین و کمترین میزان این صفت برای تیمارهای مختلف بیش از دو برابر بود (شکل ۲). می‌توان بیان کرد که علت درصد بالای سبز شدن ژنوتیپ‌های مختلف نخود در تاریخ کاشت اول نسبت به تاریخ کاشت دوم، میزان بارندگی‌های مؤثر رخ داده پس از تاریخ کشت اول تا زمان کاشت دوم بود. همچنین، بر اساس داده‌های هواشناسی، در تاریخ کاشت دوم و قبل از سبز شدن بارندگی زیادی رخ داد که باعث ایجاد غرقاب در زمین زراعی شد که به نظر می‌رسد که در روند سبز شدن گیاهان تأثیرگذار بوده است. در بررسی داده‌های هواشناسی مشخص شد که در تاریخ کاشت اول در روزهای ابتدایی دمای بالاتری (۱۶-۳ درجه سانتی‌گراد) نسبت به تاریخ کاشت دوم (۰-۱۲ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد و این در فعالیت آنزیم‌های مؤثر بر جوانه‌زنی نقش مهمی داشته است. در آزمایشی، نشان داده شد که دماهای پایین ($> 15^{\circ}\text{C}$) در زمان سبز شدن موجب استقرار ضعیف گیاهچه نخود و در نتیجه، کاهش عملکرد می‌شود (Devasirvatham *et al.*, 2015).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف نخود تحت تأثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ

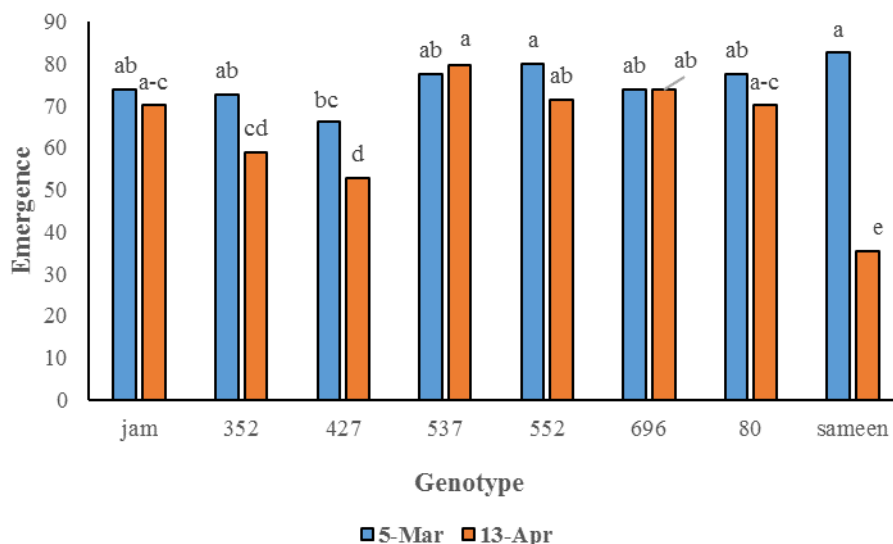
Table 2- Analysis of variance of different traits of chickpea affected by planting date and genotype

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات Mean of squares							
		درصد سبز شدن Emergence	تعداد روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع Plant height	عملکرد بیولوژیک Biological yield	تعداد روز تا گل‌دهی Days to anthesis	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت HI
بلوک Block	3	566 ^{ns}	2.06 ^{ns}	220*	0.329 ^{ns}	11/4 ^{ns}	47.3 ^{ns}	0.014 ^{ns}	52.9*
تاریخ کاشت Planting date (A)	1	2128 ^{ns}	11745**	167*	30.2**	3481**	1089*	4.76**	0.476 ^{ns}
خطا Error (a)	3	323	0.890	16.1	0.774	10.3	43.4	0.121	6.02
ژنوتیپ Genotype (B)	7	446**	206**	63.7**	0.575**	161**	116**	0.085**	18.9 ^{ns}

A × B	7	483**	8.60**	11.9*	0.284**	62.8**	18.6**	0.047**	1.18 ^{ns}
خطای کل Total error	42	60.5	1.51	5.23	0.070	1.91	5.71	0.008	16.8
ضرب تغییرات C.V		11.2	1.51	9.92	17.9	2.54	11.5	15.7	10.1

ns, *, **: به ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال پنج درصد و معنی داری در سطح احتمال یک درصد

ns, *, **: as non-significance, significant at the 5% probability level, and significant at the 1% probability level, respectively.



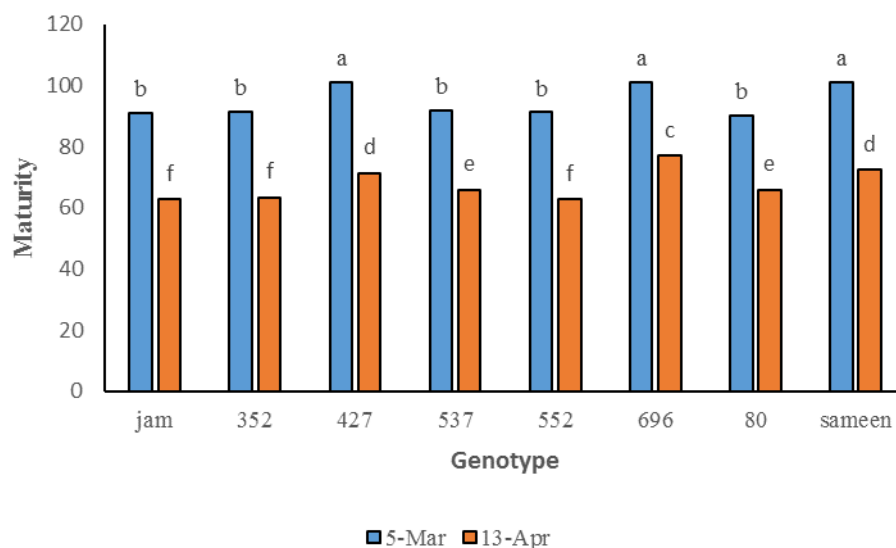
شکل ۲- برهم کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر درصد سبز شدن گیاهچه نخود

Fig. 2- The interaction of planting date and genotype on the percentage of chickpea seedling emergence

تعداد روز تا رسیدگی

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت، ژنوتیپ‌های نخود و برهم کنش ژنوتیپ × تاریخ کاشت تأثیر بسیار معنی داری ($p \leq 0.01$) بر تعداد روز تا رسیدگی داشتند (جدول ۲). در تاریخ کاشت دوم نسبت به تاریخ کاشت اول در تمامی ژنوتیپ‌ها اثرکاهشی مشاهده شد. بررسی‌ها نشان داد که کمترین میزان این صفت در این دو تاریخ به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های MCC۸۰ و MCC۵۵۲ بود و بیشترین تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در هر دو تاریخ کاشت مربوط به ژنوتیپ MCC۶۹۶ (۱۰۳ و ۶۱ روز) بود. تفاوت بیشترین و کمترین میزان این صفت برای تیمارهای مختلف ۴۲ روز بود (شکل ۳). می‌توان نتیجه گرفت که میزان دمای بالا و تنش خشکی رخ داده در

انتهای دوره رشد گیاه، علت کوتاه شدن طول دوره رسیدگی نخود در تاریخ کاشت دوم (۲۴ فروردین) باشد. همان طور که در شکل ۱ مشخص است، گیاه نخود در تاریخ کاشت دوم دماهای بالایی را به خصوص در انتهای فصل رشد تجربه کرده است که باعث تسریع در رسیدگی شده است که این می تواند یک مکانسیم برای فرار از تنش های انتهایی فصل رشد باشد. یانو و همکاران (Yano *et al.*, 2007) در مطالعه ای بیان کردند که بالا رفتن درجه حرارت باعث افزایش سرعت رشد فیزیولوژیکی گیاه می شود و این باعث زودرس شدن گیاهان و کاهش دوره رشد می شود. حاجرپور و همکاران (Hajarpoor *et al.*, 2015) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که کاهش طول دوره رشد و فرار از تنش خشکی آخر فصل از جمله راهکارهای سازگاری می باشند. در مطالعه ای دیگر نشان داده شد که افزایش دما و تنش خشکی باعث کاهش طول دوره رشد رویشی و به دنبال آن کاهش دوره رشد و نموی گیاه می گردد (Benali *et al.*, 2023).

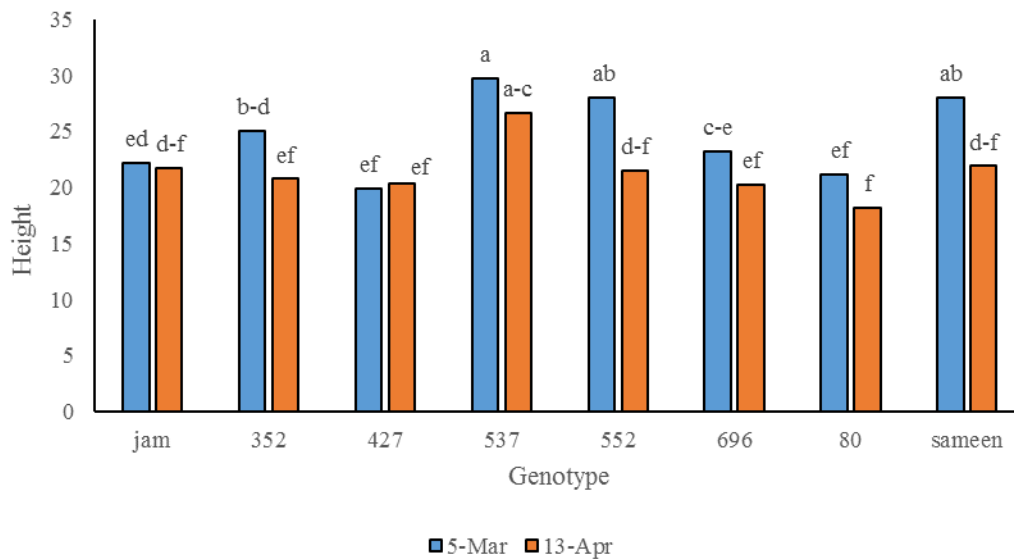


شکل ۳- برهم کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر تعداد روز تا رسیدگی نخود

Fig. 3- Interaction of planting date and genotype on the number of days to maturity in chickpea

ارتفاع بوته

اثر اصلی ژنوتیپ‌های نخود ($p \leq 0.01$) و تاریخ کاشت و برهم‌کنش ژنوتیپ \times تاریخ کاشت ($p \leq 0.05$) تأثیر معنی‌داری بر روی ارتفاع بوته داشتند (جدول ۲). در تاریخ کاشت دوم (۲۴ فروردین) نسبت به تاریخ کاشت اول (۱۴ اسفند) در تمامی ژنوتیپ‌ها به جز MCC۴۲۷، اثر کاهشی مشاهده شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان این صفت به ترتیب در تاریخ کاشت‌های ۱۴ اسفند و ۲۴ فروردین در ژنوتیپ MCC۵۳۷ (۳۰ سانتی‌متر) و (۲۷ سانتی‌متر) بود (شکل ۴). کمترین ارتفاع بوته نخود، در هر دو تاریخ کاشت، مربوط به ژنوتیپ MCC۸۰ بود که تفاوت بیشترین و کمترین میزان این صفت برای تیمارهای مختلف ۵۰ درصد بود (شکل ۴). می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به این که بخش قابل ملاحظه‌ای از رشد گیاه نخود در کشت نیمه دوم فروردین ماه در زمان بروز خشکی انتهای فصل رخ داده و میزان ارتفاع بوته نیز کاهش یافته است. به نظر می‌رسد که مهم‌ترین دلیل آن کاهش طول دوره رشد گیاه در این تاریخ کاشت باشد. ژانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2022) در بررسی خود نشان داد که درجه حرارت بالا به همراه تنش خشکی، مهم‌ترین عامل کاهش دوره رشد گیاه است. به نظر می‌رسد که افزایش سرعت نمو و کاهش دوره رشد به دلیل برخورد با دماهای بالا باعث کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (Ahluwalia *et al.*, 2021). گزارش شده است که استفاده از بارندگی‌های زمستانه و داشتن فرصت بیشتر برای رشد رویشی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نخود در تاریخ کاشت اول گردد (Seyedi *et al.*, 2018).

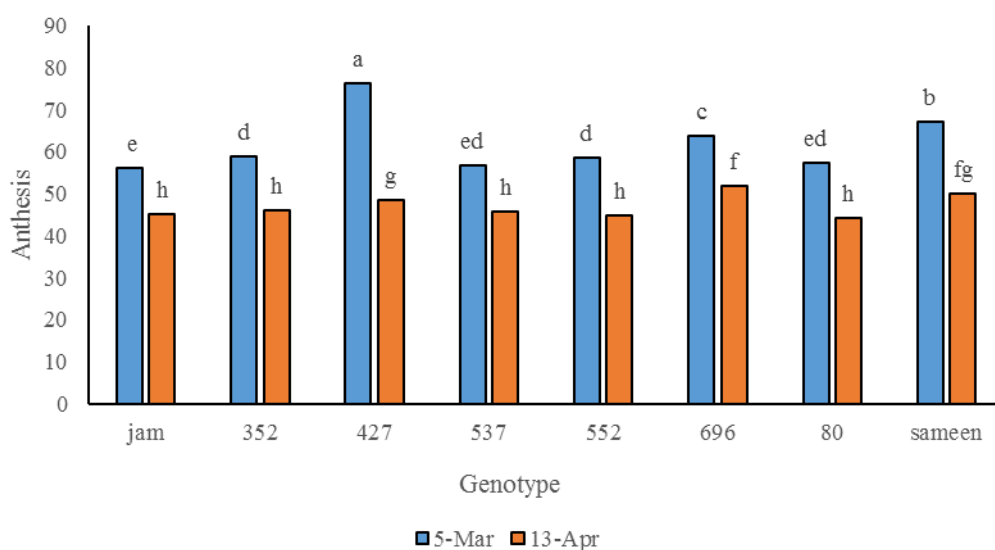


شکل ۴- برهم کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر ارتفاع بوته نخود
 Fig. 4- Interaction of planting date and genotype on chickpea plant height

تعداد روز تا گل دهی

اثر اصلی تاریخ کاشت، ژنوتیپ‌های نخود و برهم کنش ژنوتیپ × تاریخ کاشت تأثیر بسیار معنی داری ($p \leq 0.01$) بر تعداد روز تا گل دهی داشتند (جدول ۲). با تأخیر در تاریخ کاشت (۲۴ فروردین) از تعداد روز تا گل دهی نخود کاسته شد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ MCC۴۲۷ و MCC۶۹۶ به ترتیب در تاریخ کاشت اول و دوم، بالاترین میزان این صفت (تعداد روز تا گل دهی) را داشتند (شکل ۵) که تفاوت این بیشترین و کمترین برای تیمارهای مختلف ۳۶ روز بود. همچنین، ژنوتیپ‌های مختلف در تاریخ کاشت ۱۴ اسفند نسبت به تاریخ کاشت ۲۴ فروردین، تعداد روز بیشتری را تا رسیدن به مرحله گل دهی داشتند (شکل ۵). می‌توان گفت که به دلیل کاهش آب قابل دسترس به‌ویژه در اوایل دوره گل دهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه شدن دوره رشد زایشی، در تاریخ کاشت ۲۴ فروردین گیاه با کاهش تعداد روز تا گل دهی مواجه شد. همچنین، این (تسریع طول دوره رشد) می‌تواند یک مکانیسم دفاعی در برابر تنش باشد. فرار از خشکی به معنای تکمیل دوره رشدی گیاه قبل از شروع

خشکی انتهایی فصل می‌باشد که اغلب به‌عنوان راهبرد اولیه گیاه در سازگاری به مناطق دارای تنش خشکی، مورد توجه قرار می‌گیرد (Anbessa *et al.*, 2006). بررسی‌ها نشان داده است که زمان مناسب گل‌دهی، یک عامل اساسی و مهم در سازگاری گیاه به تنش‌های محیطی می‌باشد (Chirivi *et al.*, 2023). پژوهشگران در آزمایشی دیگر نشان دادند که با تسریع دوره رسیدگی و کاهش طول دوره رشد در کاشت تأخیری، تعداد روز تا گل‌دهی نیز کاهش چشمگیری داشت (Oguz *et al.*, 2022).



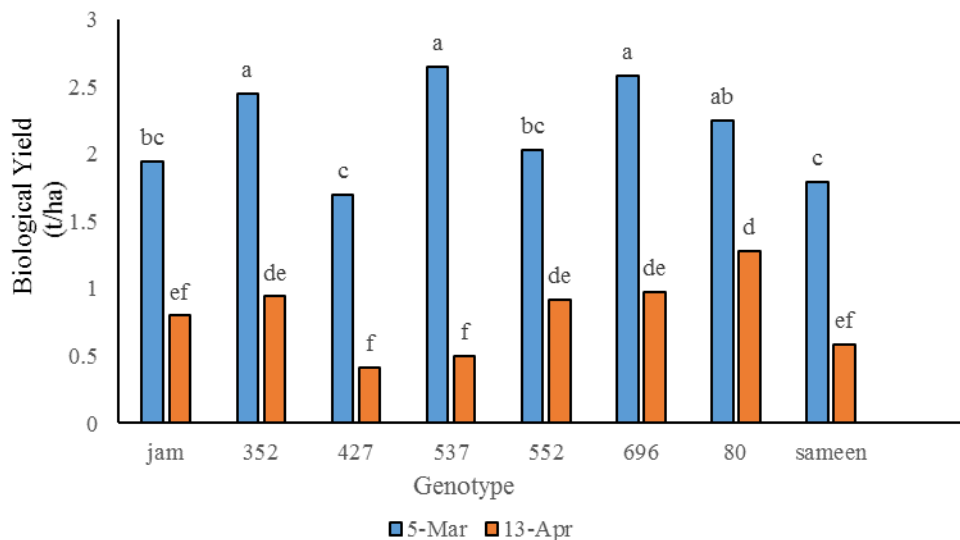
شکل ۵- برهم‌کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر تعداد روز تا گل‌دهی نخود

Fig. 5- Interaction of planting date and genotype on days to flowering in chickpea

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که اثر اصلی ژنوتیپ و برهم‌کنش ژنوتیپ × تاریخ کاشت از نظر آماری بر عملکرد بیولوژیک بسیار معنی‌دار ($p \leq 0.01$) بود (جدول ۲). ژنوتیپ MCC۵۳۷ و رقم ثمین در تاریخ کاشت اول و MCC۴۲۷ و MCC۸۰

در تاریخ کاشت دوم به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک را در این آزمایش داشتند (شکل ۶). همچنین، عملکرد بیولوژیک در تمامی ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت ۲۴ فروردین نسبت به تاریخ کاشت ۱۴ اسفند کاهش یافت. همان‌طور که از نتایج ارائه شده در شکل ۶ مشخص است، ژنوتیپ MCC۵۳۷ از نظر عملکرد بیولوژیک در هر دو تاریخ کاشت بهترین بود و تفاوت بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک در بین ژنوتیپ‌ها بیش از سه برابر بود. می‌توان گفت که تأخیر در کاشت و برخورد گیاه با تنش خشکی و دماهای بالا، باعث کاهش سطح برگ و به دنبال آن کاهش فتوسنتز، کاهش آب قابل دسترس گیاه و در نتیجه، کاهش رشد شده است. همچنین، با کاهش طول دوره رشد، کاهش عملکرد بیولوژیک نیز اتفاق افتاد. بعضی از ژنوتیپ‌ها نیز در این تاریخ کاشت، عملکرد بهتری را نسبت به بقیه از خود نشان دادند که این می‌تواند در نتیجه مکانیسم‌های متفاوت آن‌ها برای مقابله با تنش خشکی باشد. می‌توان اشاره کرد که میزان سرعت فتوسنتز و تجمع مواد فتوسنتزی یک عامل بسیار مهم در افزایش یا کاهش عملکرد بیولوژیکی گیاه به‌شمار می‌رود (Sherin *et al.*, 2022). بررسی نشان می‌دهد که هرگونه تغییری در تجمع مواد فتوسنتزی و کاهش دوره رشد رویشی گیاه، در نهایت باعث کاهش وزن خشک گیاه می‌شود (Edziri *et al.*, 2021). در طی تنش خشکی جذب CO₂ توسط برگ‌ها عمدتاً با بسته شدن روزنه، آسیب غشا و اختلال فعالیت‌های آنزیمی مختلف کاهش می‌یابد که این فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Yue *et al.*, 2020).



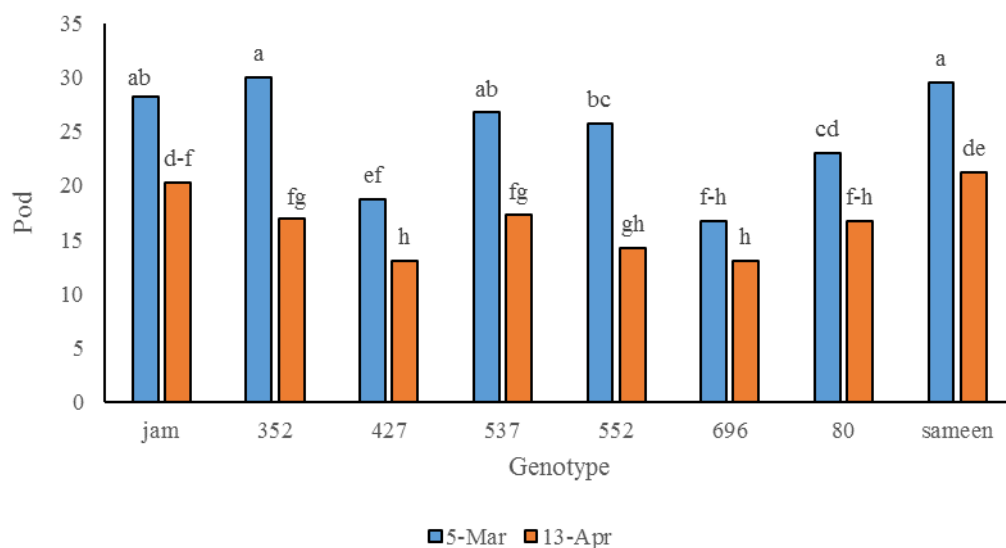
شکل ۶- برهم کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیک نخود

Fig. 6- Interaction of planting date and genotype on chickpea biological yield

تعداد غلاف در بوته

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت ($p \leq 0.05$) و ژنوتیپ‌های نخود و برهم کنش ژنوتیپ \times تاریخ کاشت ($p \leq 0.01$) تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته داشتند. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف نخود نشان داد که در اولین تاریخ کاشت، ژنوتیپ MCC ۳۵۲ (۳۴ غلاف) بیشترین و ژنوتیپ MCC ۶۹۶ (۱۴ غلاف در بوته) کمترین و در تاریخ کاشت دوم، رقم جم (۲۵ غلاف در بوته) بیشترین و ژنوتیپ MCC ۴۲۷ کمترین تعداد غلاف را داشتند (شکل ۷). تفاوت بیشترین و کمترین میزان این صفت در هر دو تاریخ کاشت، بیش از دو برابر بود. می‌توان بیان کرد که در تاریخ کاشت دوم، با وقوع تنش در مرحله گل‌دهی، ریزش گل و کاهش تعداد غلاف اتفاق افتاده است. وقوع تنش در مرحله شروع غلاف‌بندی نیز ممکن است تأثیر بسیار زیادی در کاهش باروری و لقاح و در نهایت، کاهش شدید در تعداد دانه در غلاف داشته باشد. همچنین به نظر می‌رسد، تفاوتی که در ژنوتیپ‌ها از نظر

صفت غلاف‌دهی مشاهده می‌شود، به دلیل توانایی آن‌ها در حفظ رطوبت و تنظیم فشار اسمزی در شرایط تنش باشد. در پژوهشی نشان داده شد که بیشترین عملکرد نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود و در این ارتباط، اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گل‌دهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی و دانه بستن ضروری است (Devasirvatham *et al.*, 2018). لی و همکاران (Liu *et al.*, 2008) بیان کردند، تنش خشکی شدید در اوایل نمو غلاف‌ها باعث کاهش رشد آن‌ها می‌شود. ریزش غلاف‌ها، عامل اصلی کاهش عملکرد است و زمانی آغاز می‌شود که پیری برگ‌ها بر اثر کمبود آب اتفاق می‌افتد (Pang *et al.*, 2018).



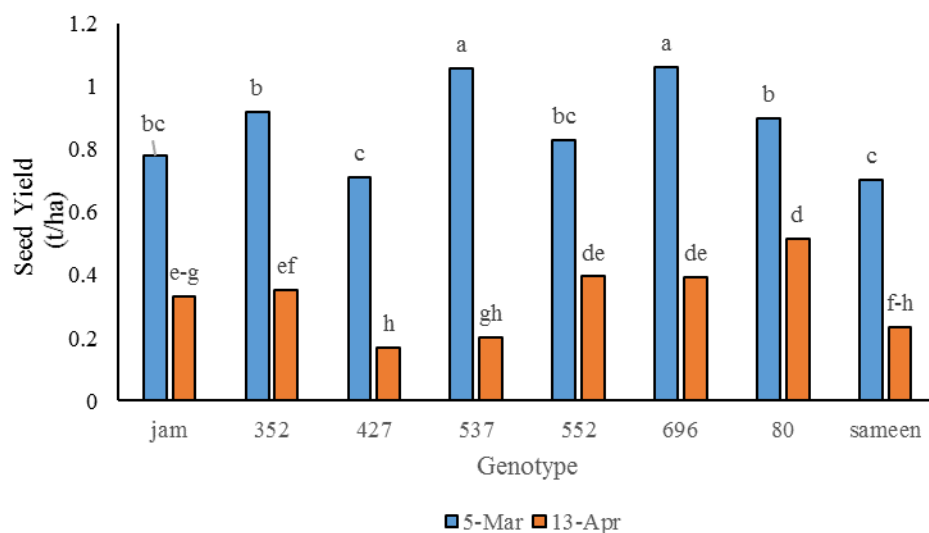
شکل ۷- برهم کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر تعداد غلاف در بوته نخود

Fig. 7- Interaction of planting date and genotype on Number of pod

عملکرد دانه

اثر اصلی تاریخ کاشت، ژنوتیپ‌های نخود و برهم کنش ژنوتیپ × تاریخ کاشت تأثیر بسیار معنی‌داری ($p \leq 0.01$) بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). این نتایج نشان داد که تمامی ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت ۲۴ فروردین نسبت به

تاریخ کاشت اول از نظر صفت عملکرد دانه کاهش داشتند. در تاریخ کاشت اول (۱۴ اسفند)، ژنوتیپ MCC۶۹۶ (۱/۰۶ تن در هکتار) بهترین و رقم ثمین (۰/۷۰۳ تن در هکتار) کمترین و در تاریخ کاشت دوم (۲۴ فروردین)، ژنوتیپ MCC۸۰ (۰/۵۱۷ تن در هکتار) بیشترین و ژنوتیپ MCC۴۲۷ (۰/۱۶۹ تن در هکتار) کمترین میزان این صفت را داشتند. در هر دو تاریخ کاشت، ژنوتیپ MCC۶۹۶ بهترین عملکرد را داشت. همچنین، تفاوت بیشترین و کمترین این صفت، بیش از دو برابر بود (شکل ۸). به نظر می‌رسد که کاهش رطوبت در زمان گل‌دهی و غلاف‌دهی، موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و چروکیده شدن و کاهش وزن بذور می‌شود. می‌توان گفت که فراهمی رطوبت در این مراحل حساس رشدی باعث طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه شده و در نتیجه، مواد فتوسنتزی بیشتری را در اختیار دانه قرار می‌دهد. با وقوع تنش خشکی، گیاه بیشتر انرژی خود را صرف گسترش ریشه جهت حفظ بقا و حفظ رطوبت لازم برای فرآیندهای حیاتی خود می‌کند. تنش خشکی، جذب آب، مواد معدنی و ساخت مواد فتوسنتزی را دچار اختلال می‌کند و منجر به کاهش شدید وزن دانه و عملکرد می‌شود (Hassan et al., 2020). در پژوهشی نشان داده شد که تنش خشکی، تجمع مواد آلی برگ را به شدت کاهش می‌دهد و تشکیل و نمو دانه که به ذخایر مواد آلی تجمع یافته در برگ وابسته است، به شکل معناداری کمتر می‌شود (Trabelsi et al., 2019). ادزیری و همکاران (Edziri et al., 2021) در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که هرگونه تغییری در مرحله گل‌دهی و ساخت مواد فتوسنتزی بر پر شدن دانه تأثیر می‌گذارد، زیرا تجمع مواد ذخیره‌ای در دانه‌ها از طریق فتوسنتز خود دانه و فتوسنتز جاری سایر قسمت‌های فعال فتوسنتزی و انتقال مواد غذایی از سایر قسمت‌های گیاه به دانه تأمین می‌شود.



شکل ۸- برهم کنش تاریخ کاشت و ژنوتیپ بر عملکرد دانه نخود
 Fig. 8- Interaction of planting date and genotype on chickpea seed yield

نمودار خوشه‌ای

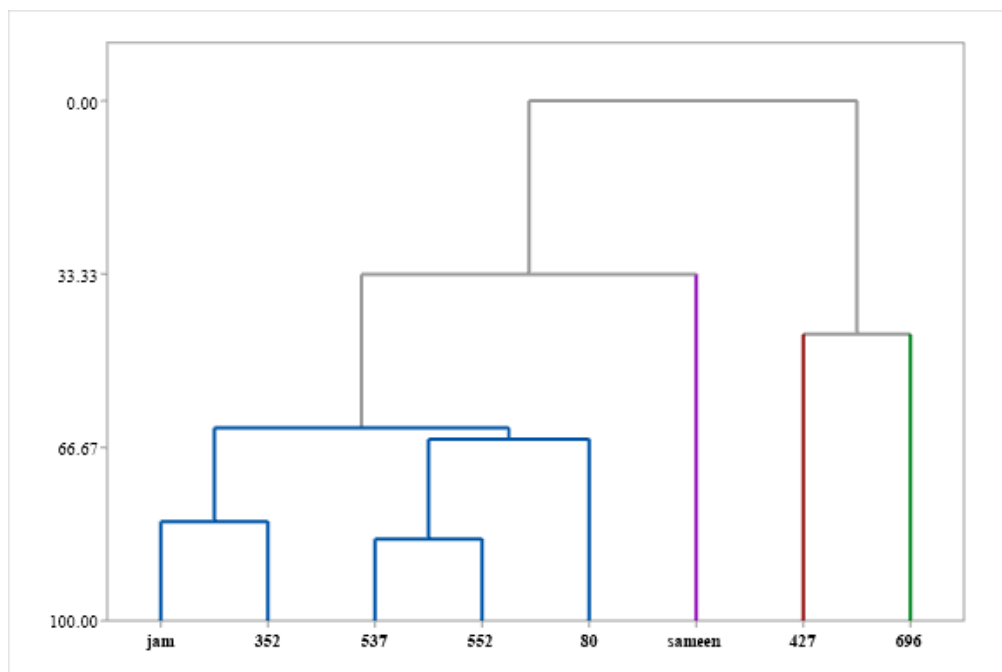
هدف از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، ساختن یک نمودار درختی است که در آن مکان‌هایی که با ویژگی‌های مورد مطالعه، شبیه‌ترین مکان‌ها هستند بر روی شاخه‌هایی که نزدیک به هم هستند، قرار گیرند. همان‌طور که در جدول ۳ و شکل ۱۰ نشان داده شده است، هشت ژنوتیپ نخود به چهار خوشه طبقه‌بندی شدند. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های MCC۳۵۲، MCC۵۳۷، MCC۵۵۲، MCC۸۰ و رقم جم، خوشه دوم شامل رقم ثمین، خوشه سوم شامل ژنوتیپ MCC۴۲۷ و خوشه چهارم شامل ژنوتیپ MCC۶۹۶ بود (شکل ۱۰). خوشه اول از نظر خصوصیات درصد سبز شدن و تعداد روز تا رسیدگی و در خوشه دوم از نظر خصوصیات تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گل‌دهی دارای بیشترین ضرایب بود (جدول ۳). در تحلیل چند متغیره برای مطالعه تنوع ژنوتیپ‌ها از مجموعه‌ای از روش‌ها مانند روش PCA و روش کلاستر استفاده می‌شود و با استفاده از این تکنیک‌ها می‌توان ژنوتیپ‌هایی که دارای صفات مفید و برتر هستند را شناسایی کرد (Aliu et al., 2016). در پژوهشی، ۷۱ ژنوتیپ نخود از نظر خصوصیات

عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین، خصوصیات مورفولوژیکی به با روش تجزیه و تحلیل خوشه‌ای به دو گروه اصلی و شش خوشه دسته‌بندی شدند. در آزمایش یاد شده، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها نشان داد که احتمالاً ژنوتیپ‌های گروه ۱ و ۶ بیشترین عملکرد دانه را داشتند و ژنوتیپ‌های ۲ و ۳ دارای ارتفاع بیشتری بودند (Qulmamatova, 2023). حسن فرد و نباتی (Hasanfard & Nabati, 2023) در آزمایشی مشابه بر روی گیاه نخود، ژنوتیپ‌های مختلف نخود را به چهار دسته تقسیم کردند و نتیجه گرفتند که ژنوتیپ‌های گروه سوم پاسخ مناسب‌تری به شرایط محیطی در کشت پاییزه داشتند.

جدول ۳- خوشه مرکزی صفات نخود در ژنوتیپ‌های مختلف در تاریخ کاشت ۱۴ اسفند

Table 3- The central cluster of chickpea traits in different genotypes on March 5 planting date

متغیر Variable	Cluster 1 خوشه ۱	Cluster 2 خوشه ۲	Cluster 3 خوشه ۳	Cluster 4 خوشه ۴	Grand centroid نقطه مرکزی بزرگ
درصد سبز شدن Emergence percentage	76.3	66.3	73.8	82.5	75.5
روز تا رسیدگی Days to maturity	91.2	101	101	101	94.9
ارتفاع گیاه Plant height	25.2	19.9	23.3	28.0	24.7
عملکرد بیولوژیک Biological yield	2.26	1.70	2.58	1.79	2.17
تعداد روز تا گل‌دهی Number of days to flowering	57.5	76.3	63.8	67.0	61.8
تعداد غلاف Number of pods	26.8	18.8	16.8	29.5	24.8
عملکرد Yield	0.897	0.713	1.06	0.704	0.871
شاخص برداشت HI	40.3	42.1	41.5	39.1	40.6



شکل ۱۰- گروه‌بندی خوشه‌ای ژنوتیپ‌های نخود تحت تأثیر صفات مختلف در تاریخ کاشت ۱۴ اسفند

Fig. 10- Cluster grouping of chickpea genotypes under the influence of different traits on the planting date of March 5

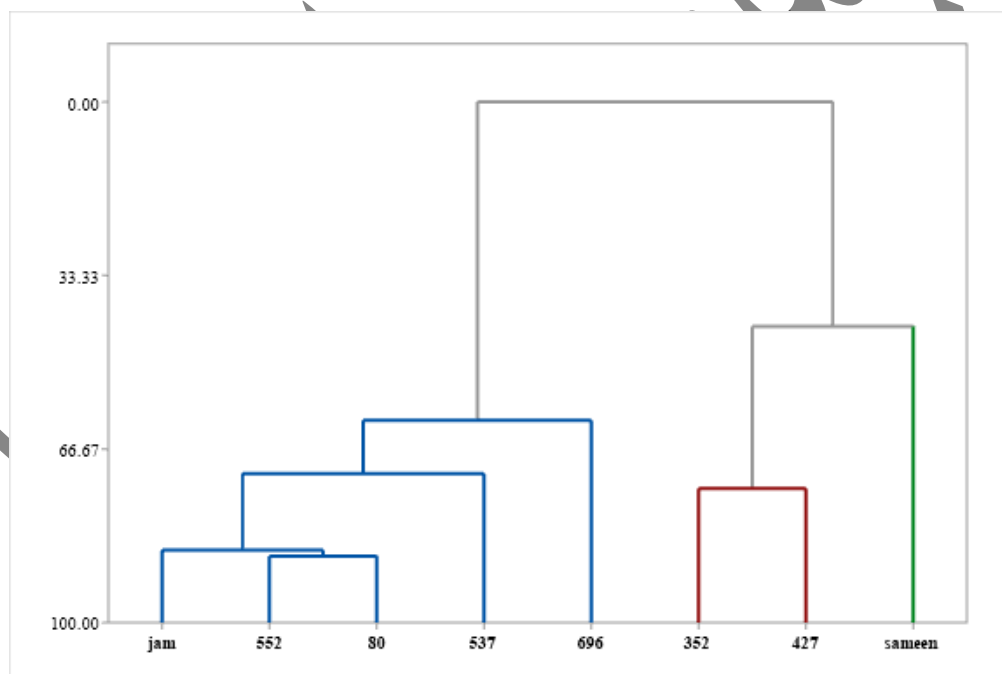
طبق جدول ۴ و شکل ۱۱، هشت ژنوتیپ نخود به سه خوشه طبقه‌بندی شدند. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های MCC۶۹۶، MCC۵۳۷، MCC۵۵۲، MCC۸۰ و رقم جم، خوشه دوم شامل ژنوتیپ MCC۳۵۲ و ژنوتیپ MCC۴۲۷، خوشه سوم شامل رقم ثمین بود (شکل ۱۱). به نظر می‌رسد که خوشه اول از نظر خصوصیات درصد سبز شدن و تعداد روز تا رسیدگی و در خوشه دوم از نظر خصوصیات تعداد روز تا رسیدگی و درصد سبز شدن دارای بیشترین ضرایب بود (جدول ۴).

جدول ۴- خوشه مرکزی صفات نخود در ژنوتیپ‌های مختلف در تاریخ کاشت ۲۴ فروردین

Table 4- The central cluster of chickpea traits in different genotypes on the planting date of April 13

متغیر Variable	Cluster 1 خوشه ۱	Cluster 2 خوشه ۲	Cluster 3 خوشه ۳	نقطه مرکزی بزرگ Grand centroid
درصد سبز شدن Emergence percentage	73.0	55.8	35.3	63.9
روز تا رسیدگی	67.0	67.5	72.5	67.8

Days to maturity				
ارتفاع گیاه	21.7	20.6	21.9	21.4
Plant height				
عملکرد بیولوژیک	0.893	0.676	0.580	0.800
Biological yield				
تعداد روز تا گل دهی	46.4	47.3	50.0	47.0
Number of days to flowering				
تعداد غلاف	16.3	15.0	21.3	16.6
Number of pods				
عملکرد	0.369	0.262	0.235	0.325
Yield				
شاخص برداشت	41.5	39.3	39.7	40.7
HI				



شکل ۱۱- گروه بندی خوشه ای ژنوتیپ های نخود تحت تأثیر صفات مختلف در تاریخ کاشت ۲۴ فروردین

Fig. 11- Cluster grouping of chickpea genotypes affected by different traits on planting date of April 13

منحنی PCA

با توجه به ارتباط بین کمیت و کیفیت، ویژگی های مورد مطالعه با استفاده از PCA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مجموع، در تاریخ کاشت اول (۱۴ اسفند)، (۴۳/۴ درصد) PC1 و (۲۵/۷ درصد) PC2، ۶۹/۱ درصد کل

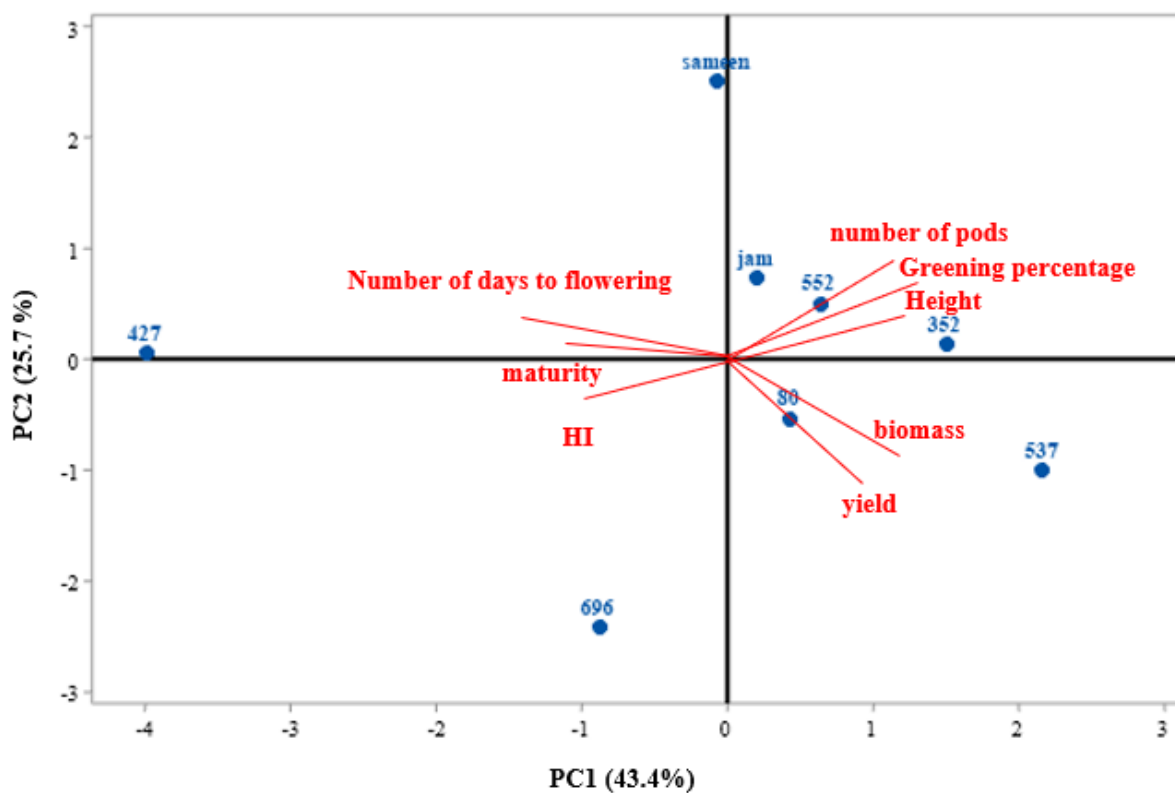
واریانس داده‌ها را به خود اختصاص دادند (شکل ۱۲). به نظر می‌رسد که PC1 تحت تأثیر خصوصیات عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، درصد سبزشدن، بیولوژیک و ارتفاع تأثیر مثبت داشت، در حالی که PC2 تحت تأثیر منفی خصوصیات بیولوژیک، عملکرد دانه، تعداد روز تا رسیدگی و شاخص برداشت قرار گرفت. بر اساس یافته‌ها، PC1 را می‌توان عوامل عملکرد و خصوصیات رشدی و PC2 را خصوصیات فنولوژیکی نامید (شکل ۱۲). در روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، علاوه بر کاهش حجم داده‌ها، وجود یا عدم وجود تنوع در ژرم پلاسما مورد نظر نیز ارزیابی می‌شود (Malik *et al.*, 2014). در تحقیقی بر روی ۱۵ ژنوتیپ نخود زراعی تیپ کابلی، چهار مؤلفه به دست آمد که در آن ۸۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها توسط این مؤلفه‌ها بیان شد. در این تحقیق، مؤلفه اول با بیشترین واریانس، به عنوان مؤلفه اجزای عملکرد شناسایی شد که افزایش صفات مرتبط با این مؤلفه به عنوان نتیجه نهایی جهت بهبود عملکرد دانه پیشنهاد شد (Pezeshkpour *et al.*, 2021).

جدول ۵- ارزش ویژه، درصد تغییرات، واریانس تجمعی و همبستگی بین متغیرهای اصلی و چهار عامل حاصل از تجزیه مؤلفه اصلی (PC) ژنوتیپ‌های نخود در تاریخ کاشت ۱۴ اسفند

Table 5- Eigenvalue, percentage of changes, cumulative variance and correlation between the main variables and four factors resulting from the analysis of the principal component (PC) of chickpea genotypes on the planting date of March 5

Characteristics شاخص‌ها	PC1	PC2	PC3	PC4
درصد سبزشدن Emergence percentage	0.336	0.260	-0.470	-0.301
روز تا رسیدگی Days to maturity	-0.376	0.015	-0.537	0.381
ارتفاع گیاه Plant height	0.362	0.159	-0.577	-0.019
عملکرد بیولوژیک Biological yield	0.330	-0.519	-0.084	0.252
تعداد روز تا گل‌دهی Number of days to flowering	-0.475	0.103	-0.262	0.281
تعداد غلاف Number of pods	0.362	0.477	0.155	0.155
عملکرد Yield	0.269	-0.586	-0.149	0.131

شاخص برداشت	-0.276	-0.237	-0.187	-0.762
HI				
Eigenvalue	3.48	2.05	1.16	0.955
مقدار ویژه				
Proportion	43.4	25.7	14.5	11.9
تناسب				
Cumulative	43.4	69.1	83.7	95.6
تجمعی				



شکل ۱۲- نمودار بارگذاری کلیه متغیرهای اندازه‌گیری شده در تجزیه مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌های نخود در تاریخ کاشت ۱۴ اسفند

Fig. 12- The loading diagram of all measured variables in the analysis of main components for chickpea genotypes on planting date of March 5

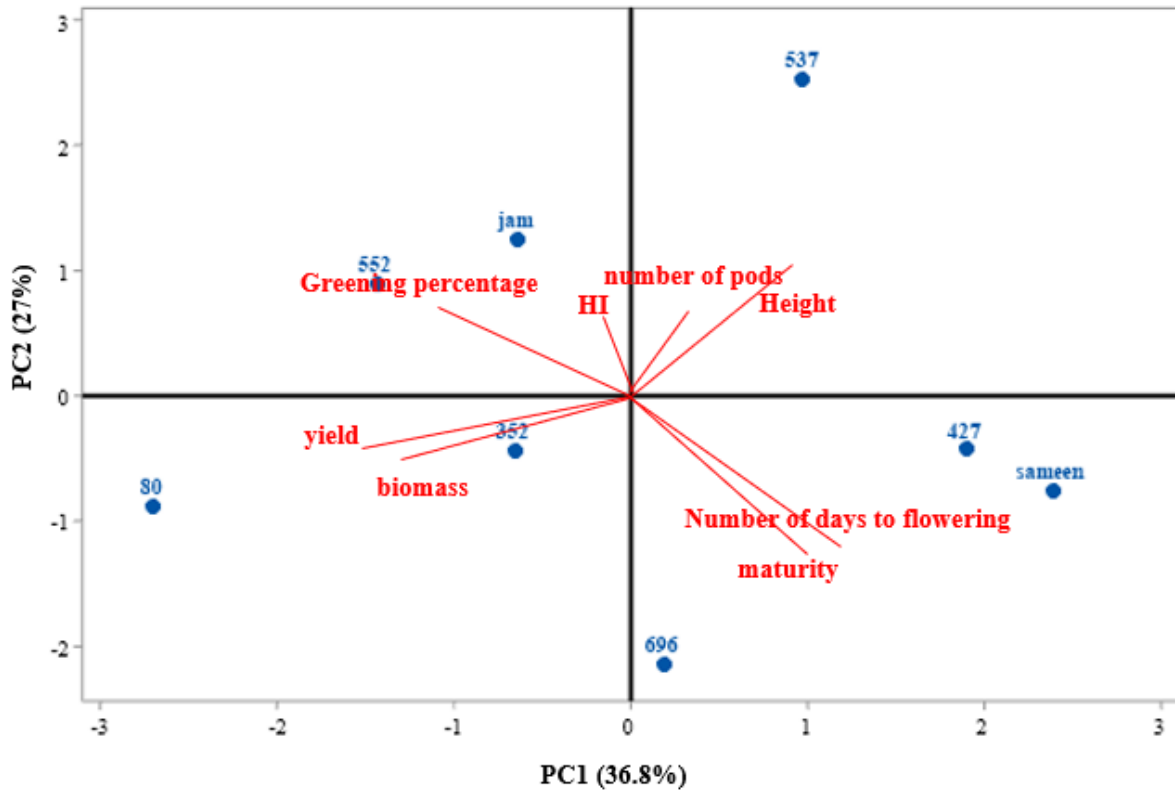
تجزیه و تحلیل ویژگی‌های مورد مطالعه در تاریخ کاشت دوم (۲۴ فروردین) با استفاده از PCA نشان داد که در مجموع، PC1 (۳۶/۸ درصد) و PC2 (۲۷ درصد)، ۶۳/۳ درصد کل واریانس داده‌ها را به خود اختصاص دادند (شکل ۱۳). بر اساس نتایج، می‌توان گفت که PC1 تحت تأثیر منفی خصوصیات درصد سبز شدن، عملکرد دانه،

بیولوژیک و همچنین، تحت تأثیر مثبت خصوصیات تعداد غلاف در بوته، ارتفاع، تعداد روز تا گل دهی و تعداد روز تا رسیدگی است. PC2 تحت تأثیر منفی خصوصیات عملکرد دانه، بیولوژیک، تعداد روز تا گل دهی و تعداد روز تا رسیدگی قرار داشت. همچنین، می توان PC1 خصوصیات رشدی و PC2 را خصوصیات فنولوژیکی نامید (شکل ۱۳).

جدول ۶- ارزش ویژه، درصد تغییرات، واریانس تجمعی و همبستگی بین متغیرهای اصلی و چهار عامل حاصل از تجزیه مؤلفه اصلی (PC) ژنوتیپ‌های نخود در تاریخ کاشت ۲۴ فروردین

Table 6- Eigenvalue, percentage of changes, cumulative variance and correlation between main variables and four factors resulting from principal component analysis (PC) of chickpea genotypes on April 13 planting date

Characteristics شاخص‌ها	PC1	PC2	PC3	PC4
درصد سبز شدن Emergence percentage	-0.338	0.260	0.446	0.497
رسیدگی Maturity	0.333	-0.461	0.278	0.271
ارتفاع Plant	0.258	0.532	0.077	0.515
عملکرد بیولوژیک Biological yield	-0.517	-0.274	-0.060	0.244
تعداد روز تا گل دهی Number of days to flowering	0.395	-0.428	0.176	0.333
تعداد غلاف Number of pods	0.072	0.205	-0.614	0.325
عملکرد Yield	-0.527	-0.245	-0.013	0.188
شاخص برداشت HI	-0.045	0.277	0.553	-0.322
Eigenvalue مقدار ویژه	2.95	2.16	1.69	0.575
Proportion تناسب	36.8	27	21.2	7.2
Cumulative تجمعی	36.8	63.8	85	92.1



شکل ۱۳- نمودار بارگذاری کلیه متغیرهای اندازه گیری شده در تجزیه مؤلفه‌های اصلی ژنوتیپ‌های نخود در تاریخ کاشت ۲۴ فروردین

Fig. 13- The loading diagram of all measured variables in the analysis of the main components for chickpea genotypes on the planting date of April 13

بنابراین، از نتایج تجزیه خوشه‌ای می‌توان نتیجه گرفت که ژنوتیپ MCC۴۲۷ در تاریخ کاشت اول و ژنوتیپ MCC۴۲۷ و رقم ثمین در تاریخ کاشت دوم، بالاترین مقدار صفات عملکردی را داشتند. همچنین، بر اساس نتایج PCA می‌توان گفت که در تاریخ کاشت اول، ژنوتیپ‌های MCC۵۳۷ و MCC۳۵۲ و در تاریخ کاشت دوم، MCC۴۲۷ دارای برتری در میزان صفات اندازه‌گیری شده بودند و نتایج آنالیز خوشه‌ای و PCA با هم رابطه نزدیکی دارند و در این بین، بهترین ژنوتیپ‌ها برای هر دو تاریخ کاشت بر اساس نتایج آنالیزها و مقایسه میانگین‌ها، ژنوتیپ‌های MCC ۵۳۷ و MCC۶۹۶ می‌باشد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده، چنین استنباط می شود که به لحاظ تمامی صفات تاریخ کاشت اول (۱۴ اسفند) نسبت به تاریخ کاشت دوم (۲۴ فروردین) برتری چشمگیری داشته و به عنوان تاریخ کاشت مناسب تر می توان در نظر گرفت. از سوی دیگر، ژنوتیپ ها در صفات مختلف، واکنش متفاوتی داشته اند که از دلایل آن می توان به تفاوت ژنتیکی در ژنوتیپ های مختلف اشاره کرد. نتایج نشان داد که ژنوتیپ های MCC ۵۳۷ و MCC ۶۹۶ پاسخ های بهتری نسبت به شرایط محیطی داشتند که می توان از آن ها جهت برنامه های اصلاحی و به گزینی استفاده کرد. بنابراین، در صورت اثبات کارایی آن ها در آزمایشات پایداری عملکرد و اجزای عملکرد در آزمایشات بعدی، بتوان آن ها را به عنوان ژنوتیپ های امیدبخش معرفی کرد.

References

- Ahluwalia, Ojasvini, Poonam C., Singh, & Ranjana Bhatia. (2021). A review on drought stress in plants: Implications, mitigation and the role of plant growth promoting rhizobacteria resources. *Environment and Sustainability*, 5, 100032.
- Aliu, S., Kaul, H.P., Rusinovich, I., ShalaMayrhofer, V., Fetahu, S., & Zeka, D. (2016). Genetic diversity for some nutritive traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) from different regions in Kosova. *Turkish Journal of Field Crops*, 21(1), 156161.
- Amraei, B. (2022). Effects of planting date and plant density on yield and some physiological characteristics of single cross 550 hybrid maize as a second crop. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 20(4), 683-691. <http://doi.org/10.22124/cjes.2022.5720>
- Anbessa, Y., Warkentin, T., Vandenberg, A., & Ball, R. (2006). Inheritance of time to flowering in chickpea in a short-season temperate environment. *Journal of Heredity*, 97(1), 55-61.
- Benali, A.; El Haddad, N.; Patil, S.B.; Goyal, A.; Hejjaoui, K.; El Baouchi, A.; Gaboun, F.; Taghouti, M.; Ouhssine, M.; & Kumar, S., *Plants* (2023). Impact of terminal heat and combined heat-drought stress on plant growth, yield, grain size, and nutritional quality in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plants*, 12, 3726. <https://doi.org/10.3390/plants12213726>.
- Chirivì, D.; & Betti, C., *Plants* (2023). Molecular links between flowering and abiotic stress response: A focus on poaceae. *12*, 331. <https://doi.org/10.3390/plants12020331>

- Devasirvatham, V., Tan, D.K.Y., Gaur, P.M., & Trethowan, R.M. (2015) Chickpea and temperature stress. In: Legumes under Environmental Stress: Yield, Improvement and Adaptations. John Wiley & Sons, Oxford, pp. 81-90. ISBN 978-1-118-91708-4
- Devasirvatham, Viola, & Daniel, K.Y. Tan., *Agronomy* 8.8 (2018). Impact of high temperature and drought stresses on chickpea production. 145.
- Edziri H, Chehab H, Aissaoui F, Boujnah D, & Mastouri M., (2021) May 27 Photosynthetic, anatomical and biochemical responses of olive tree (*Olea europaea*) cultivars under water stress. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 155(4), 740-6.
- FAOSTAT Rome. [(accessed on 17 December 2021)]. Available online: <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Fernández-García, P., López-Bellido, L., Muñoz-Romero, V., & López-Bellido, R.J. (2013). Chickpea water use efficiency as affected by tillage in rainfed Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, 129, 194-199.
- Gholami *et al* . Effects of irrigation regimes on seed yield and yield components of chickpea cultivars at two autumn and spring planting seasons in Lorestan province. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 46(1).
- Hajarpour, Amir, Moqdadi, Nasim, Soltani, Afshin, & Kamkar, Behnam. (2015). Evaluation of the adaptation strategies of rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) to future climate changes in Zanzan province. *Agricultural Ecology*, 8(2), 169-181. <http://doi.org/10.22067/jag.vjag.v8i2.34886>
- Hassan Fard, Alireza & Nabati, Jafar, (2023). Selection of cold tolerant chickpea genotypes based on cluster analysis, the first national chickpea festival and conference, Kermanshah, <https://civilica.com/doc/1681907>
- Islam, M.R.; Sarker, B.C.; Alam, M.A.; Javed, T.; Alam, M.J.; Zaman, M.S.U.; Azam, M.G.; Shabbir, R.; Raza, A.; Habib-ur-Rahman, M.; *et al*. *Agronomy* (2021). Yield stability and genotype environment interaction of water deficit stress tolerant mung bean (*Vigna radiata* L. Wilczak) genotypes of Bangladesh. 11, 2136. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112136>
- Liu, B., Kanazawa, A., Matsumura, H., Takahashi, R., Harada, K., & Jun, A. (2008). Genetic redundancy in soybean photoresponses associated with duplication of the phytochrome A gene. *Genetics*, 180, 995–1007. <http://doi.org/10.1534/genetics.108.092742>
- Malik, Shahid Riaz, *et al.*, (2014). Genetic diversity analysis of morpho-genetic traits in desi chickpea (*Cicer arietinum*). *International Journal of Agriculture and Biology*, 16.5
- Muehlbauer FJ, Tulle A., Purdue University 1997 *Cicer arietinum* L. NewCrop FactSHEET. Center for New Crops & Plant Products.
- Oguz, M.C.; Aycan, M.; Oguz, E.; Poyraz, I.; Yildiz, M., *Physiologia* 2022. Drought Stress Tolerance in Plants: Interplay of Molecular, Biochemical and Physiological Responses in Important Development Stages. 2, 180-197. <https://doi.org/10.3390/physiologia2040015>.

- Panah HI, Motlagh BP, Soleimani A, Tirani MM. Effect of different sowing dates on yield and some physiological traits of three chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Science*, 53(2).
- Pang J, Turner NC, Khan T, Du YL, Xiong JL, Colmer TD, Devilla R, Stefanova K, Siddique KHM., 2017 Apr 1 .Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to terminal drought: leaf stomatal conductance, pod abscisic acid concentration, and seed set. *Journal of Experimental Botany*, 68(8), 1973-1985. <http://doi.org/10.1093/jxb/erw153>. PMID: 27099375; PMCID: PMC5429003
- Parsa M, Bagheri A. Pulses. Mashhad University, 2009. 8. Rozan p, Kuo Yh, Lambein F. Amino acids in seeds and seedlings of the genus *Lens*. *Phytochemistry*, 58, 281-289.
- Pezeshkpour, P., Minapour, A., Raeisvand, M. (2021). 'Seed Yield Stability of Autumn Sowing Chickpea Genotypes Using Nonparametric Methods', *Journal of Crop Production*, 14(4), 1-20. <http://doi.org/10.22069/ejcp.2022.18882.2408>
- Qulmamatova DE (2023). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes evaluation for high yield through multivariate analysis. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55(1), 107-114. <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.1.10>.
- Sajid SS & Hu G (2022) Optimizing crop planting schedule considering planting window and storage capacity. *Frontiers in Plant Science*, 13, 762446. <http://doi.org/10.3389/fpls.2022.762446>
- Seyedi, M., Azadbakht, A., Fesahat, A. (2018). Evaluation of growing properties, yield and component yield of three chickpea cultivar in waiting and spring sowing. *14*(1), 73-86.
- Seyed Mohsen Seyedi; Javad Hamzei., 2020. Study of the effect of planting dates on the quantitative and qualitative performance of chickpea cultivars under dry conditions. *Plant Production Research*, 28(4), 65-83. <http://doi.org/10.22069/jopp.17459.2608>
- Sherin, George, KP Raj Aswathi, & Jos T. Puthur., *Plant Stress* 4 (2022) Photosynthetic functions in plants subjected to stresses are positively influenced by priming: 100079.
- Skendžić S, Zovko M, Živković IP, Lešić V, Lemić D., 2021 May 12. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*. 2021 May 12; 12(5), 440. <http://doi.org/10.3390/insects12050440>. PMID: 34066138; PMCID: PMC8150874.
- Tiwari, P.N.; Tiwari, S.; Sapre, S.; Babbar, A.; Tripathi, N.; Tiwari, S.; Tripathi, M.K. life 2023. Screening and selection of drought-tolerant high-yielding chickpea genotypes based on physio-biochemical selection indices and yield trials., 13, 1405. <https://doi.org/10.3390/life13061405>
- Trabelsi L, Gargouri K, Hassena AB, Mbadra C, Ghrab M, Ncube B, Van Staden J, Gargouri R. 2019 Mar 1. Impact of drought and salinity on olive water status and physiological performance in an arid climate. *Agricultural Water Management*, 213:7491; 213:749-59.
- Yano, T., Aydin, M. & Haraguchi, T. 2007. Impact of climate change on irrigation demand and crop growth in a Mediterranean environment of Turkey. *Sensors (Basel)*, 7, 2297-2315.

Yue, Jicheng, & José M. López. 2020. Understanding MAPK Signaling Pathways in Apoptosis International Journal of Molecular Sciences, 21(7), 2346. <https://doi.org/10.3390/ijms21072346>

Zaferanieh, M., Nezami, A., Parsa, M., Porsa, H., & Bagheri, A. 2009. Evaluation of fall sowing of cold tolerant chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasms under complementary irrigation in Mashhad condition: 2- Yield and yield components. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7, 483-492. (In Persian with English Abstract)

