Sari Agriculture Sciences and Natural Resources University
Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 46, Summer 2023 p: 50-61

"Research Paper"

Evaluation of Some Durum Wheat Genotypes Using Phenomorphological and Agronomic Traits

Musa Ghassemzadeh[1], Alireza Pourmohammad[2], Asghar Aliloo[3] and Kamal Shahbazi[4]

1- Former MSc Student of Plant Breeding, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
2- Assistant Professor of Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran, (Corresponding author: pourmohammad@ymail.com)
3- Associate Professor of Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
4- Instructor, Field and Horticultural Crops Sciences Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Moghan, Iran
Received: 26 December, 2021 Accepted: 13 November, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: The main usage of durum wheat is the production of semolina (pasta flour) for pasta products due to its high protein and strong glutamine. The development of the pasta industry, along with the increase in its demand and the favorable weather conditions in many parts of Iran, requires more research, especially in the field of durum wheat breeding with knowledge of the genetic diversity of the studied genotypes.

Material and methods: The plant material used in this experiment included 18 winter durum wheat genotypes that were evaluated in dryland conditions in a randomized complete block design with four replications at Moghan Dryland Agricultural Research Station located in Pars-Abad of Ardabil province. The 32 phenomorphological and agronomic traits were measured in laboratory and field.

Results: The difference between the studied genotypes was significant for most of the traits. Mean comparison of traits for durum wheat genotypes in important traits such as total grain yield, total biomass, yield of fertile tillers, weight of main spike, number of leaves, length of spike and length of peduncle, introduced two genotypes as prior genotypes. Total grain yield had a significant positive correlation with some traits such as main spike weight, number of spikelets, number of grains per spike, number of grains in fertile tillers, yield of fertile tillers and awn weight. Cluster analysis classified 18 durum wheat genotypes to three groups. The first cluster included seven genotypes, the second cluster contained three genotypes, and finally the third cluster included eight genotypes. The third cluster in terms of plant height, spike length, peduncle length, number of leaves, stem diameter, number of fertile tillers, weight of single plant, weight of main spike, number of spikelets, number of grains per spike, number of grains per fertile tiller, fertile tiller yield, awn length, awn weight, straw yield, flag leaf length, flag leaf width, total grain yield, total biomass and total straw yield were higher than average. Therefore, the genotypes of this group can be used to improve grain yield. In principal component analysis, the first three components explained for 68.28% of the total variation. For the first component, single plant weight, spike weight, fertile tiller yield, straw yield, total grain yield and total biomass had high positive coefficients. According to the analysis of the main components, the first component, grain yield component, the second component, maturity-related traits and the third component, leaf-related traits were named. These components can be used in the selection of durum wheat genotypes in breeding programs.

Conclusion: Among durum wheat genotypes in terms of studied traits, considerable diversity was found, and this diversity can be used in breeding programs for resistance to biotic and abiotic stresses and other breeding purposes.

Keywords: Cluster Analysis, Genetiv Diversity, Grain Yield, Principal Components Analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی برخی ژنوتیپ‌های گندم دوروم براساس صفات فنومورفولوژیکی و زراعی

موسی قاسم‌زاده[۱]، علیرضا پورمحمد[۲]، علی اصغر علیلو[۳] و کمال شهبازی[۴]

۱- کارشناسی ارشد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه
۲- استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه، (نویسنده مسوول: pourmohammad@ymail.com)
۳- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه
۴- مربی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، مغان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۲۲
صفحه: ۵۰ تا ۶۱

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: کاربرد اصلی گندم دوروم در تولید سمولینا (آرد ماکارونی) به‌واسطه پروتئین زیاد و گلوتامین قوی، برای تولیدات ماکارونی می‌باشد. توسعه صنعت ماکارونی به همراه افزایش تقاضا برای آن و مساعد بودن شرایط آب و هوایی در بسیاری از نقاط ایران، مستلزم پژوهش‌های بیشتر، به‌ویژه در زمینه به‌نژادی گندم دوروم با آگاهی از تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی است.

مواد و روش‌ها: مواد گیاهی مورد استفاده در این آزمایش شامل ۱۸ ژنوتیپ پاییزه گندم دوروم بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مغان واقع در شهرستان پارس‌آباد استان اردبیل در شرایط دیم مورد ارزیابی قرار گرفت. تعداد ۳۲ صفت فنومورفولوژیکی و زراعی در آزمایشگاه و مزرعه اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: اختلاف بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای اکثر صفات معنی‌دار بود. مقایسه میانگین صفات برای ژنوتیپ‌های گندم دوروم در صفات مهم نظیر عملکرد کل دانه، بیوماس کل، عملکرد پنجه‌های بارور، وزن سنبله اصلی، تعداد برگ، طول سنبله و طول پدانکل، دو ژنوتیپ را به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی نمود. عملکرد کل دانه با برخی صفات نظیر وزن سنبله اصلی، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در پنجه بارور، عملکرد پنجه‌های بارورو وزن ریشک همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. تجزیه خوشه‌ای، ۱۸ ژنوتیپ گندم دوروم را به سه گروه منتسب کرد. خوشه اول شامل هفت ژنوتیپ، خوشه دوم دارای سه ژنوتیپ و در نهایت خوشه سوم نیز در برگیرنده هشت ژنوتیپ بود. خوشه سوم از لحاظ صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد پنجه بارور، وزن تک بوته، وزن سنبله اصلی، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در پنجه بارور، عملکرد پنجه‌های بارور، طول ریشک، وزن ریشک، عملکرد کاه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، عملکرد کل دانه، بیوماس کل و عملکرد کاه کل، ارزش بالاتر از میانگین داشت. بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه را می‌توان برای بهبود عملکرد دانه مورد استفاده قرار داد. در تجزیه به مولفه‌های اصلی، سه مولفه اول ۶۸/۲۸ درصد از تنوع کل را توجیه کردند. برای مولفه اول وزن تک بوته، وزن سنبله، عملکرد پنجه‌های بارور، عملکرد کاه، عملکرد کل دانه و بیوماس کل کرت دارای ضرایب مثبت بالا بودند. با توجه به تجزیه به مولفه‌های اصلی، مولفه اول، مولفه عملکرد دانه، مولفه دوم، صفات مربوط به رسیدگی و مولفه سوم، صفات مربوط به پر برگی نام‌گذاری شد. از این مولفه‌ها می‌توان در امر گزینش برای ژنوتیپ‌های گندم دوروم در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد.

نتیجه‌گیری: بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم از لحاظ صفات مورد بررسی، تنوع قابل ملاحظه‌ای یافت شد که از این تنوع می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی برای مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و سایر اهداف اصلاحی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه به مولفه‌های اصلی، تنوع ژنتیکی، عملکرد دانه

مقدمه

گندم دوروم (Triticum durum) پس از گندم نان، مهمترین گونه جنس تریتیکوم است. از آنجایی که آرد گندم دوروم دارای مقادیر پایینی از گلوتن است، برای مصارف نانوایی مناسب نمی‌باشد. اما در عوض دانه های سخت و شفاف این گندم در تهیه ماکارونی، اسپاگتی و سایر مصارف کاربرد دارد (۱۲). در برخی از منابع، مبداء و پیدایش گندم دوروم، نواحی غربی ایران معرفی شده است (۲). دمای زیاد بهاره یا تابستانه و رطوبت کم، موجب بهبود کیفیت دانه گندم دوروم می‌شود که منطقه مرکزی ایران از این ویژگی برخوردار است (۱۴). هر گونه اقدام اصلاحی گندم دوروم، بستگی به موجودیت و دست‌یابی به ذخایر توارثی آن، به ویژه در مرکز تنوع یا منشاء آن در هلال حاصلخیز دارد، که ایران بخش قابل توجهی از این هلال حاصل خیز را تشکیل می‌دهد. از این رو بررسی تنوع ژنتیکی موجود در ژرم پلاسم گندم دوروم از نظر ویژگی‌های زراعی، به‌ویژه عملکرد دانه و اجزای آن برای شناسایی ژنوتیپ‌های با پتانسیل مطلوب، که به‌عنوان والد در طرح‌های به‌نژادی به کار می‌روند، حائز اهمیت می‌باشد (۵). در گندم دوروم، مقدار پروتئین و گلوتن و همچنین کربوهیدرات‌های ساده آن بیشتر از سایر واریته‌های گندم می‌باشد. مهمترین محصول گندم دوروم، سمولینا است که معمولا برای ساختن ماکارونی، بلغور و نان مصرف می‌شود. گندم دوروم با داشتن درصد بالای پروتین (۱۲ تا ۱۴ ٪) در مقایسه با برنج (۷ ٪) و گندم نان (۱۰ تا ۱۲ ٪) از جمله مهمترین موادغذایی است. هر قدر دانه گندم دوروم درشت‌تر و شیشه‌ای‌تر باشد میزان سمولینای حاصل از آن، بیشتر از ارقام دانه‌ریز و شیشه‌ای خواهد بود. رنگ زرد در ماکارونی مطلوبتر است که آن هم به رنگ سمولینا بستگی دارد. کیفیت ماکارونی بهترین صفت آن بوده که در زمان بعد از پخت ارزیابی می‌شود (۳). توسعه صنعت ماکارونی به‌همراه افزایش تقاضا برای مصرف آن و مساعد بودن شرایط آب و هوایی در بیشتر مناطق کشور، پژوهش‌های بیشتری را به‌ویژه در زمینه به‌نژادی گندم دوروم طلب می‌نماید. نتایج بررسی انجام شده در مزارع زارعین استان کرمانشاه نشان داده است که به‌طور کلی عملکرد رقم سرداری (توده بومی گندم نان) در مقایسه با لاین‌های اصلاحی و پیشرفته گندم دوروم بسیار پایین است (۱۸).

جارادات (۱۰) تنوع ۱۸ صفت مورفولوژیک وابسته به عملکرد را در بین ژنوتیپ‌های بومی گندم دوروم عمان مورد بررسی قرار داد. وی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

مقدار تنوع فنوتیپی در بین توده‌های مورد مطالعه در مقایسه با تنوع موجود درکلکسیون گندم دوروم زیاد است. مطالعه تنوع ژنتیکی در راستای مدیریت منابع ژنتیکی به‌عنوان اجزاء مهم پروژه‌های اصلاح نباتات و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی گندم از اهمیت زیادی برخوردار است، به‌ویژه در شرایط کنونی که برای بسیاری از صفات مهم و اقتصادی مانند عملکرد و مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی تنوع ژنتیکی بسیار محدود شده است. برای بهره‌گیری از این تنوع، معمولا کار با بررسی میزان تنوع ژنتیکی برای صفت یا صفات مورد اصلاح درون یا بین ارقام بومی و ژرم پلاسم موجود آغاز می‌شود (۱۹). بهبود محصول از طریق استفاده از تنوع ژنتیکی، کلید موفقیت برنامه های اصلاحی است (۲۱). دلایل زیادی برای نیاز به ارزیابی صحیح تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیت های گیاهی وجود دارد. از این دلایل می‌توان به تجزیهٔ تغییرپذیری ژنتیکی در ژنوتیپ‌ها، توزیع و نگهداری ژرم پلاسم (۲۷) و انتخاب صحیح والدهای برتر برای تلاقی ها (۲۵) اشاره کرد. ژیاو و پی (۲۶)، در آزمایشی روی ۳۹ رقم گندم زمستانه، ۱۰ صفت کمی را مطالعه و با استفاده از تجزیه به عامل‌ها توانستند تنوع داده‌ها را به پنج عامل اصلی کاهش دهند. آنها عامل اول را ارتفاع بوته و عامل دوم را تعداد دانه در سنبله اصلی نامیدند. فانگ و همکاران (۴) بر اساس تعدادی از صفات مورفولوژیک شامل تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه‌ای یک سنبله، ۱۲۰ واریته گندم دوروم را توسط تجزیه خوشه‌ای به ۵ گروه تقسیم کردند که خوشه اول با ۲۰ واریته از لحاظ صفات مورد بررسی به‌عنوان بهترین خوشه انتخاب گردید. فراهانی و ارزانی (۵) در مطالعه تنوع ژنتیکی هیبریدهای گندم دوروم، ژنوتیپ‌ها را بر مبنای خصوصیات زراعی و مورفولوژیک، به هشت گروه تفکیک نمودند که گروه چهارم با شش رقم از لحاظ عملکرد دانه به‌عنوان بهترین گروه انتخاب شد.

نتایج یک بررسی بر روی سه توده بومی گندم دوروم کشور (گردیش، زردک و چهل‌دانه) در منطقه سردسیر دیم مراغه نشان داد که از نظر صفات زراعی و عملکرد دانه تنوع قابل ملاحظه‌ای بین لاین‌های مشتق شده از هر توده وجود داشته و این امر خصوصا در زمینه تحمل به سرما نیز مشهود بود که حاکی از وجود پتانسیل مناسب در توده‌های بومی گندم دوروم برای کشت در مناطق سرد سیر دیم است (۲۴). جبییهو و همکاران (۷) همبستگی مثبت بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه را در گندم دوروم گزارش کردند. همچنین گریگناک و همکاران (۸) و جبییهو و همکاران (۷) همبستگی مثبت بالایی را بین تعداد دانه با عملکرد دانه در گندم دوروم گزارش نمودند. بین صفات طول پدانکل، ارتفاع گیاه، طول سنبله و طول ریشک با صفت میانگین عملکرد بوته هیچ‌گونه همبستگی مشاهده نشد.. میرآخوری (۱۶) با انجام رگرسیون گام به گام گزارش نمود که به ترتیب صفات عملکرد سنبله، تعداد سنبله در بوته تعداد برگ در بوته، تعداد پنجه، تعداد سنبلچه عقیم و طول پدانکل به‌ترتیب بیشترین رابطه را با عملکرد کل دارند.

هدف این بررسی، ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم، خوشه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم دوروم و تعیین بهترین خوشه، کاهش تعدد صفات اندازه‌گیری شده با تعیین چند مولفه محدود با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این آزمایش شامل ۱۸ ژنوتیپ پاییزه گندم دوروم بود که از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان اردبیل (پارس‌آباد مغان) تهیه گردید. ژنوتیپ‌های مورد استفاده (جدول ۱)، لاین‌های خالص به‌همراه رقم دهدشت بودند که در اکثر مناطق کشور، قابلیت کشت دارند. ژنوتیپ‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مغان واقع در شهرستان پارس‌آباد استان اردبیل در شرایط دیم به‌مدت یک سال زراعی (۹۵-۹۶) مورد ارزیابی قرار گرفت. ابعاد واحدهای آزمایشی شامل ۶ خط به طول ۶ متر و با فاصله ۱۵ سانتی‌متر بود. میزان بذر مصرفی بر اساس تراکم ۳۰۰ دانه در متر مربع بود. قطعه زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل به‌صورت آیش بوده و عملیات تهیه بستر مطابق دستورالعمل فنی موسسه دیم بود و هیچ گونه کودی مصرف نشد. به‌منظور جلوگیری از خسارت بیماری‌های بذرزاد، بذور قبل از کشت با استفاده از قارچ‌کش ویتاواکس ضدعفونی شدند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد استفاده در آزمایش
Table 1. The pedigree of durum wheat genotypes used in experiment

شماره ژنوتیپ Genotype number	شجره ژنوتیپ Genotype pedigree
1	Dehdasht
2	ALTAR84/STINT//SILVER_45/3/LLARETAINIACDSS99 Y00376S-0M-0Y-13Y-0M-0Y-2M-0Y
3	SIMETO/3/SORA/2*PLATA_12//SRN_3/NIGRIS_4/5/TOSKA_26/RASCON_37//SNITAN/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1CDSS06B00488T-099Y-099M-11Y-0M-04Y-0B
4	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON _21/5/1A. 1D 5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/ CANELO_9 .1CDSS07Y00068S-099Y-099M-4Y-3M-04Y-0B
5	Icarasha2-ICD99-0091-T-3AP-AP-10AP-AP
6	BELLAROI/5/1A.1D 5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/ NIGRIS_4/3/CANELO_9. 1CDSS07Y00444S-099Y-099M-8Y-2M-04Y-0B
7	E90040/MFOWL_13//LOTAIL_6/3/PROZANA/ARLIN//MUSK_6/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9/10/TOSKA_26/RASCON_37//SNITAN/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1CDSS06Y00497S-11Y-0M-1Y-2M-0Y
8	1A.1D 5+1-06/3*MOJO//RCOL/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/ CANELO_9.1/8/ SHAG_21/DIPPER_2//PATA_2/6/ARAM_7//CREX/ ALLA/5/ENTE/ MEXI_2//HUI/4/YAV_1/3/LD357E/2*TC60//JO69/7/ ARMENT// SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1CDSS07Y00151S-099Y-099M-19Y-2M-04Y-0B
9	YAV79/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/10/INRAM_1805/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/4/ALO/5/HUI/YAV_1/6/ARDENTE/7/HUI/YAV79/8/POD_9CDSS05B00936D-7Y-0M-3Y-4M-0Y
10	JUPARE C 2001*2/IM/6/ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR 84/3/ SNITAN /4/SOMAT_4/INTER_8/5/SOOTY_9/RASCON_37/7/ GUAYACAN INIA/ KUCUK/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/ CANELO_9.1CDSS07Y00533T-099Y-099M-2Y-2M-04Y-0B
11	ICAMOR-TA04-1/Quabrach-1//Adnan-1ICD06-0877-0AP-4AP-0AP-5AP-0THTD -0TR
12	CandocrossH25/Ysf1//CM829/CandocrossH25ICD07-497-BLMSD-0AP-0Tr-2AP-0Tr-1AP-0THT-0AP -0TR
13	Ossl1/Stj5/5/Bicrederaa1/4/BezaizSHF//SD19539/Waha/3/Stj/Mrb3/6/Icajihan12 ICD07-094-BLMSD-0AP-6AP-0Tr-1AP-0THT-0AP -0TR
14	Sebatel-2//Wdz6/Gil4-ICD02-0992-C-12AP-0AP-7AP-0AP-7AP-0AP-1AP-0AP
15	Mgnl3/Ainzen-1/4/Aghrass-1/3/Mrf1//Mrb16/Ru-ICD06-1620-0AP-3AP-0AP-2AP-0THTD
16	JUPARE C 2001*2/IM/6/ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR 84/3/ SNITAN/4/ SOMAT_4/INTER_ 8/5/SOOTY_9/RASCON_37/7/GUAYACAN INIA/ KUCUK/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/ CANELO_9.1CDSS07Y00533T-099Y-099M-2Y-2M-04Y-0B
17	Icarasha2*Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter3
18	Icaverve*Azeghar1/4/IcamorTA0462/3/Maamouri3//Vitron/Bidra1/5/Mgnl3/Ainzen1

اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه

در این آزمایش برخی از صفات در مزرعه و برخی دیگر در آزمایشگاه و در مجموع تعداد ۳۲ صفت مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. برای صفات موفولوژیکی ۱۰ بوته در هر ژنوتیپ و هر تکرار به‌طور تصادفی انتخاب و از میانگین صفات اندازه‌گیری شده در تجزیه‌های آماری استفاده شد (۱۰و۱۱).

طویل شدن ساقه (تعداد روز از تاریخ کاشت تا شروع ساقه‌روی در ۵۰ درصد بوته‌ها)، تاریخ ظهور خوشه (خروج سنبله به اندازه یک سوم از غلاف برگ انتهایی در ۵۰ درصد بوته‌ها)، گل‌دهی (به گل رفتن بیش از ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت)، مرحله‌ی شیری شدن دانه (از آغاز شیری شدن ۵۰ درصد دانه‌ها تا شروع مرحله خمیری)، مرحله‌ی خمیری شدن دانه (از شروع خمیری شدن ۵۰ درصد دانه‌ها تا شروع مرحله سفت شدن)، رسیدگی (بیش از ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک)، ارتفاع بوته (در اوایل مرحله خمیری، ارتفاع بوته‌ها از سطح خاک تا انتهای سنبله اصلی بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها با دقت یک میلی‌متر اندازه‌گیری شدند)، طول پدانکل (فاصله گره برگ پرچم تا قاعده سنبله بر حسب سانتی متر)، طول سنبله (از یقه سنبله تا نوک آن بدون در نظر گرفتن ریشک‌ها)، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم (عریض‌ترین بخش برگ پرچم)، تعداد دانه در سنبله اصلی، وزن سنبله اصلی، عملکرد سنبله اصلی (توزین دانه‌های موجود در سنبله اصلی)، تعداد پنجه (شمارش تعداد پنجه در ۱۰ بوته و میانگین‌گیری برای تک بوته)، تعداد پنجه بارور (شمارش تعداد پنجه بارور در ۱۰ بوته و میانگین‌گیری برای تک بوته)، تعداد دانه در پنجه‌های بارور (شمارش تعداد دانه در تمامی پنجه‌های بارور و میانگین گیری برای تک بوته)، عملکرد پنجه‌های بارور (محاسبه عملکرد پنجه‌های بارور برای تک بوته)، وزن هزار دانه، عملکرد دانه تک بوته، وزن تک‌بوته (وزن کل بخش هوایی تک بوته‌های برداشت شده)، عملکرد کاه تک بوته (بخش هوایی تک بوته، پس از جدا شدن دانه‌ها)، شاخص برداشت تک بوته، عملکرد کل دانه (اندازه‌گیری وزن کل دانه ردیف‌های برداشت شده بر اساس گرم در متر مربع)، بیوماس کل کرت (وزن بخش هوایی هر واحد آزمایشی پس از حذف حاشیه‌ها بر حسب گرم در متر مربع)، شاخص برداشت کل، عملکرد کاه کل (بیوماس کل کرت بر حسب گرم در متر مربع)، طول ریشک (اندازه‌گیری در ۵ خوشه بارور و میانگین‌گیری برای تک بوته)، وزن ریشک (اندازه‌گیری در ۵ خوشه بارور و میانگین‌گیری برای تک بوته)، تعداد برگ هر بوته، تعداد سنبلچه در هر سنبله، قطر ساقه (اندازه‌گیری قطر ساقه مابین گره اول و دوم با دستگاه کولیس).

قبل از تجزیه واریانس، نرمال بودن داده‌ها و نیز خطاها و افزایشی بودن اثر تکرار و تیمار مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها، مقایسه میانگین با روش دانکن و مطالعه همبستگی انجام شد. به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی با استفاده از متغییرهای استاندارد شده انجام شد. نقطه برش دندروگرام با استفاده از تجزیه تابع تشخیص تعیین گردید. برای تعیین خصوصیات هر گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای از نظر صفات مورد مطالعه، میانگین هر خوشه برای هر صفت و درصد انحراف آن از میانگین کل محاسبه شد. به‌منظور تعیین سهم هر صفت در تنوع کل، کاهش حجم داده‌ها و تفسیر بهتر روابط، از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم افزارهای MSTATC، SPSS و GenStat استفاده شد.

نتایج و بحث

جدول ۲ تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی را برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم دوروم نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، اختلاف بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم از لحاظ صفات تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، طول ریشک، عملکرد کاه، عملکرد کاه کل، طویل شدن ساقه، ظهور خوشه، مرحله شیری دانه، مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی معنی دار بود. این

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

امر حاکی از آن است که تنوع ژنتیکی برای صفات مورد بررسی وجود دارد. جرادات (۱۱)، در بررسی ۱۳۲ ژنوتیپ بومی گندم دوروم و اندازه‌گیری صفات مرتبط با مراحل رشدی گیاه، شامل شمار روز تا ظهور خوشه، گرده افشانی، دوره پر شدن دانه، رسیدگی و عملکرد دانه، تنوع بسیار زیادی مشاهده نمود. صادق‌زاده و همکاران (۲۳) ژرم‌پلاسم گندم دوروم و ارتباط آن با برخی از صفات زراعی و عملکرد دانه در مناطق سردسیر را مورد بررسی قرار دادند و اختلاف بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در صفات ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، و عملکرد دانه را گزارش کردند. صادق‌زاده و همکاران (۲۴) با مطالعه تنوع مورفوفیزیولوژیک توده‌های بومی گندم دوروم در شرایط سردسیر مراغه به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در صفت ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه وجود داشت. بابایی زارج و همکاران (۱) تنوع ژنتیکی صفات مورفولوژیک ژنوتیپ‌های گندم را مورد بررسی قرار دادند و اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های گندم در صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گزارش کردند. فراهانی و ارزانی (۵) با بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره، اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه را گزارش کردند.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم دوروم
Table 2. ANOVA of measured traits for under studied durum wheat genotypes

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	تعداد پنجه غیر بارور Number of non-fertile tiller	تعداد پنجه بارور Number of fertile tiller	تعداد پنجه Number of tiller	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ Number of leaf	طول پدانکل Length of peduncle	طول سنبله Length of spike	ارتفاع بوته Plant height
تکرار Replication	3	0.2185**	0.5849**	0.8312**	0.1683**	0.0812**	13.79	0.9671**	60.38*
ژنوتیپ Genotype	17	0.0032	0.1445*	0.1556**	0.0341	0.0108	4.525	0.0747	27.81
خطا Error	51	0.0032	0.0659	0.0721	0.0263	0.0103	7.977	0.1157	20.91
CV (%)	–	5.5	26.8	13.5	4.9	4.7	9.9	6.1	7.2

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح آماری یک و پنج درصد

** ,* Probability level of significantly in 0.05 and 0.01, respectively

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم دوروم
Continued Table 2. ANOVA of measured traits for under studied durum wheat genotypes

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	وزن هزار دانه 1000 grains weight	عملکرد پنجه بارور Yield of fertile tiller	عملکرد سنبله Yield of spike	تعداد دانه در پنجه بارور Number of grain per fertile tiller	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	تعداد سنبلچه Number of spikelet	وزن سنبله اصلی Weight of main spike	وزن تک بوته Weight of single plant
تکرار Replication	3	10.86	0.3276**	26.98*	161.11**	86.37*	3.24**	10.35**	11.641**
ژنوتیپ Genotype	17	15.79	0.0229	0.0244	23.22	19.20	0.7484	0.0451	0.1495
خطا Error	51	24.22	0.0238	0.0269	25.64	22.07	0.5275	0.0368	0.1169
CV (%)	–	11.9	11.9	12.7	16	15	5.2	10.9	11

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح آماری یک و پنج درصد

** ,* Probability level of significantly in 0.05 and 0.01, respectively

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم دوروم
Continued Table 2. ANOVA of measured traits for under studied durum wheat genotypes

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	بیوماس کل Total biomass	عملکرد کل دانه Total grain yield	شاخص برداشت تک بوته Harvest index per plant	عرض برگ پرچم Width of flag leaf	طول برگ پرچم Length of flag leaf	عملکرد کاه Straw yield	وزن ریشک Weight of awn	طول ریشک Length of awn
تکرار Replication	3	154257**	29108**	3.323	0.0172*	4.408*	0.5641**	0.0013	0.0539**
ژنوتیپ Genotype	17	13514	1628	2.886	0.0018	1.187	0.0681*	0.0006	0.7727**
خطا Error	51	9985	2048	3.029	0.0032	1.455	0.037	0.0005	0.3607
CV (%)	–	10.7	11.6	4.2	4.4	8.1	10.8	14.5	11.9

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح آماری یک و پنج درصد

** ,* Probability level of significantly in 0.05 and 0.01, respectively

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گندم دوروم
Continued Table 2. ANOVA of measured traits for under studied durum wheat genoty

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	رسیدگی فیزیولوژیکی Physiologic maturity	مرحله خمیری دانه Dough stage	مرحله شیری دانه Milk stage	گل‌دهی Flowering date	ظهور خوشه Heading stage	طویل‌شدن ساقه Stem elongation	عملکرد کاه کل Straw yield per plot	شاخص برداشت کل Total harwest index
تکرار Replication	3	0.829	16.27	2.704	0.648	۰/۶۱۱*	0.352	47.348**	0.0002
ژنوتیپ Genotype	17	9.33**	17.07	2.735*	1.059	۳/۲۳۲*	3.458*	7.269*	0.0004
خطا Error	51	3.505	14.27	1.4	1.638	۱/۶۳۱	1.950	3.940	0.0003
CV (%)	–	0.9	1.9	0.6	0.7	0.7	0.9	11	4.2

**و* به‌ترتیب معنی دار در سطح آماری یک درصد وپنج درصد

**, * Probability level of significantly in 0.05 and 0.01, respectively

جدول ۳ مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده برای ژنوتیپ‌های گندم دوروم را نشان می‌دهد. بررسی این جدول حاکی از آن است که در صفات مهم نظیر عملکرد کل دانه، بیوماس کل، عملکرد پنجه‌های بارور، وزن سنبله اصلی، تعداد برگ، طول سنبله و طول پدانکل، ژنوتیپ‌های ۱۵ و ۱۶ به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند.

همبستگی صفات مورد مطالعه

به‌منظور بررسی رابطه بین صفات مربوط به عملکرد و خصوصیات کیفی گندم دوروم در این آزمایش، همبستگی ساده بین این صفات محاسبه گردید (جدول درج نشده است). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع بوته با صفات طول سنبله، طول پدانکل، قطر ساقه، وزن هزار دانه و طول برگ پرچم وجود داشت و همچنین همبستگی منفی معنی‌داری بین ارتفاع بوته با صفات طویل شدن ساقه، ظهور خوشه،گل‌دهی و مرحله شیری شدن دانه وجود داشت. عملکرد سنبله با صفات وزن تک بوته، وزن سنبله اصلی، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در پنجه بارور، عملکرد پنجه بارور، عملکرد کل دانه، بیوماس کل کرت و عملکرد کاه کل دارای همبستگی مثبت معنی دار بود. عملکرد کل دانه با صفات وزن تک بوته، وزن سنبله اصلی، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در پنجه بارور، عملکرد پنجه‌های بارور، عملکرد کاه، وزن ریشک، بیوماس کل کرت، عملکرد کاه کل و گل‌دهی همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. مقدم و همکاران (۱۷) در مطالعه ژنوتیپ‌های گندم، بین صفات عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله اصلی، طول سنبله اصلی و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری گزارش کردند. در مطالعه بابایی زارج و همکاران (۱) روی ارقام گندم، ارتباط مثبتی بین صفات تعداد سنبلچه در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله با عملکرد دانه وجود داشت. صادق قول مقدم و همکاران (۲۲) در مطالعه‌ای بر روی گندم گزارش کردند که بین عملکرد و صفات وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد روز تا رسیدگی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. در بررسی رابطه بین عملکرد دانه و اجزاء آن توسط جعفری حقیقی (۹) همبستگی ساده اجزاء به غیر از وزن هزار دانه با عملکرد دانه مثبت بود که در این میان تعداد سنبله در متر مربع بالاترین میزان همبستگی ساده را با عملکرد داشت.

تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس صفات زراعی

تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس میانگین ۳۲ صفت در ۱۸ ژنوتیپ گندم دوروم انجام شد (جدول ۴). سه مولفه اصلی اول در مجموع ۶۸/۲۸ درصد از تنوع کل را توجیه کردند. مولفه اول ۳۳/۸۷۲ درصد و مولفه‌های دوم و سوم به ترتیب ۲۲/۴۷۹و ۱۱/۹۲۹ درصد از تنوع کل را توجیه کردند. برای مولفه اول، وزن تک بوته، وزن سنبله، عملکرد پنجه‌های بارور، عملکرد کاه، عملکرد کل دانه و بیوماس کل کرت دارای ضرایب مثبت بالا بودند. با توجه به صفات فوق، به‌طور کلی می‌توان مولفه اول را به‌عنوان مولفه عملکرد دانه نامگذاری کرد. در مولفه دوم، صفات طویل شدن ساقه، ظهور خوشه، گل‌دهی و پرشدن دانه دارای ضرایب مثبت بالا بوند. مولفه دوم را می‌توان صفات مربوط به رسیدگی نامگذاری کرد. در مولفه سوم، طول پدانکل، طول ریشک، طول برگ پرچم و عرض برگ پرچم ضرایب مثبت بالایی داشتند. این مولفه را می‌توان به‌عنوان شاخص پر برگی نامگذاری کرد. از این مولفه‌ها می‌توان برای انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب گندم دوروم استفاده کرد. پستی و آنیچاریکو (۲۰) با ارزیابی هفت صفت زراعی و فیزیولوژیک در چهار گروه از گندم‌های دوروم، دو مولفه اصلی را شناسایی کردند که جمعا ۶۴ درصد از تغییرات را توجیه کرد. فراهانی و ارزانی (۶) در بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم، از تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده کردند. دو مولفه اول بیشترین میزان تغییرات را توجیه نمود. صفات روز تا ۵۰ درصد خوشه دهی، روز تا ۵۰ درصد گرده افشانی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته و طول سنبله در جهت مثبت و وزن هزار دانه در جهت منفی بیشترین سهم را در توجیه تنوع داشتند. در مولفه دوم بالاترین سهم در توجیه تنوع متعلق به صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن دانه در خوشه، و تعداد دانه بود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Table 3. The mean of studied traits in durum wheat genotypes

عملکرد پنجه‌های بارور (گرم) yield of fertile spikes (g)	عملکرد سنبله (گرم) yield of spikes (g)	تعداد دانه در پنجه‌های بارور number of seeds in fertile spikes	تعداد دانه در سنبله number of seeds per spike	تعداد سنبلچه number of spikes	وزن سنبله اصلی (گرم) spike weight Main (g)	وزن تک بوته (گرم) single plant weight (g)	تعداد پنجه بارور fertile spikes number of	تعداد پنجه غیر بارور number of infertile spikes	تعداد پنجه number of spikes	قطر ساقه (میلی‌متر) stem diameter (mm)	تعداد برگ number of leaves	طول پدانکل (سانتی‌متر) peduncle length (cm)	طول سنبله اصلی (سانتی‌متر) main spike length (cm)	ارتفاع‌بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	صفات Characteristic
1.28	1.27	33.27	32.92	13.60	1.74	2.99	0.92^{ad}	1.02	1.95^{ac}	3.26	2.15	29.31	5.37	60.67	1
1.25	1.23	32.40	31.75	13.62	1.72	2.99	0.82^{ad}	1.05	1.90^{c}	3.25	2.17	28.71	5.40	58.42	2
1.20	1.20	27.92	27.92	13.42	1.62	2.79	0.67^{cd}	1.00	1.67^{c}	3.26	2.05	29.23	5.33	62.68	3
1.36	1.36	32.40	32.40	14.00	1.86	3.18	0.67^{cd}	1.00	1.67^{c}	3.27	2.10	26.39	5.52	59.71	4
1.34	1.47	32.17	31.45	13.80	1.79	3.19	0.65^{d}	1.02	1.67^{c}	3.25	2.20	28.35	5.49	61.92	5
1.19	1.19	28.10	28.60	13.62	1.59	2.78	1.07^{ad}	1.00	2.07^{ac}	3.24	2.07	27.80	5.64	62.54	6
1.21	1.19	29.40	29.00	13.55	1.61	2.91	1.22^{a}	1.02	2.25^{a}	3.35	2.12	26.34	5.46	62.06	7
1.30	1.30	32.52	32.35	14.95	1.78	3.15	1.25^{a}	1.00	2.25^{a}	3.50	2.20	27.97	5.74	63.14	8
1.35	1.29	31.45	29.52	13.80	1.77	3.36	1.15^{ab}	1.07	2.22^{a}	3.29	2.15	29.15	5.55	67.56	9
1.38	1.32	36.50	34.55	14.40	1.84	3.32	1.10^{ac}	1.10	2.17^{ab}	3.34	2.17	28.67	5.66	65.72	10
1.29	1.29	32.90	32.90	14.20	1.88	3.19	1.00^{ad}	1.00	2.00^{ac}	3.44	2.10	28.73	5.75	62.88	11
1.20	1.21	27.55	27.10	13.55	1.64	2.93	1.17^{ab}	1.02	2.17^{ab}	3.27	2.17	29.88	5.70	66.37	12
1.32	1.32	33.82	33.82	14.32	1.81	3.08	0.75^{bd}	1.00	1.75^{ab}	3.36	2.17	۲۸/۳۰	5.46	63.88	13
1.20	1.20	29.85	29.85	13.85	1.69	3.06	0.95^{ad}	1.02	1.97^{ac}	3.35	2.15	29.20	5.56	64.52	14
1.33	1.32	31.45	30.87	14.42	1.81	3.15	0.90^{ad}	1.02	1.92^{ac}	3.53	2.15	29.97	5.68	67.49	15
1.46	1.42	33.25	32.35	14.00	1.97	3.54	1.07^{ad}	1.05	2.12^{ac}	3.46	2.25	28.89	5.80	65.79	16
1.32	130	31.45	30.95	14.15	1.75	3.12	0.97^{ad}	1.05	2.05^{ac}	3.30	2.20	26.82	5.60	60.39	17
1.33	1.31	34.75	34.25	14.70	1.83	3.20	0.90^{ad}	1.02	1.92^{ac}	3.29	2.22	28.47	5.63	61.64	18
1.30	1.82	31.73	31.25	13.99	1.76	3.11	0.95	1.02	1.98	3.73	2.15	28.84	5.35	63.19	میانگین Mean

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری ندارند و مقادیر حداقل و حداکثر، به ترتیب با یک و دو زیرخط مشخص شده‌اند.

In each column, the means with at least one common letter have not statistical difference, and the minimum and maximum values are marked with one and two underscores, respectively.

ادامه جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Continued Table 3. The mean of studied traits in durum wheat genotypes

رسیدگی (روز) Maturity (day)	مرحله خمیری (روز) Dough stage (day)	مرحله شیری (روز) Milk stage (day)	گل‌دهی (روز) Flowering date (day)	ظهور خوشه (روز) Heading stage (day)	طول شدن ساقه (روز) Stem elongation (day)	عملکرد کاه کل (گرم در متر مربع) Straw yield per plot (g/m²)	شاخص برداشت کل (درصد) Total harvest index (%)	بیوماس کل کرت (گرم در متر مربع) Total biomass (g/m²)	عملکرد کل دانه (گرم در متر مربع) Total grain yield (g/m²)	شاخص برداشت تک بوته (درصد) Harvest index per plant (%)	عرض برگ پرچم (سانتی‌متر) Width of flag leaf (cm)	طول برگ پرچم (سانتی‌متر) Length of flag leaf (cm)	عملکرد کاه (گرم) Straw yield (g)	وزن ریشک (گرم) Weight of awn	طول ریشک (سانتی‌متر) Length of awn (cm)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grains weight (g)	ژنوتیپ Genotype
215bf	198.5	195.2a	185	179.8ad	160ad	17.07bd	0.429	898.2	386.1	42.85	1.33	15.07	1.66bd	0.171	9.10ab	38.80	1
216af	195.5	196.5a	184.8	180.8ab	161.2ab	17.42ad	0.417	898.7	375.9	41.81	1.33	14.66	1.69bd	0.162	8.95ac	39.73	2
217.8ab	198.5	195ab	184.5	180.2ad	160.8ac	15.89bd	0.436	839.4	362.6	24.93	1.35	14.78	1.51d	0.159	9.01ac	43.18	3
218.5a	199.2	196.5d	185.5	181.2a	160.8ac	۱۸/۲۱ad	0.428	955.5	409.1	42.61	1.29	14.03	1.77ad	0.168	7.89d	42.08	4
216.2af	198.8	195.8ab	184.5	179.8ad	160.2ad	17.17bd	0.420	957.4	404.55	41.85	1.29	14.81	1.81ad	0.161	8.29bd	41.65	5
214df	198.2	194.8ac	184	178.8bd	159bd	16.13cd	0.424	841.8	357.75	42.41	1.31	15.55	1.59cd	0.150	8.31bd	42.73	6
214.2cf	199	195ab	184	179.2ad	158.8cd	16.99bd	0.415	873.7	363.82	41.41	1.29	13.43	1.67bd	0.136	8.01cd	40.77	7
213.5ef	198.8	194.8ac	184.8	179.2ad	159bd	18.96ad	0.460	961.6	392.70	40.38	1.31	14.28	1.85ac	0.156	8.26bd	41.35	8
215.8af	197.8	194.2bc	184	178.5cd	158.5cd	20.02ab	0.440	1009.5	408.67	39.98	1.33	14.73	1.95ab	0.170	8.66bd	43.92	9
216.8ad	198.2	196ab	184.5	180.2ab	160.2ad	19.42ac	0.415	997.5	409.95	41.62	1.32	14.90	1.91ac	0.169	8.35bd	39.38	10
214df	197.5	194.8ac	184.2	178.5cd	159.5ad	19.77ab	0.406	960.0	389.32	40.38	1.33	15.01	1.86ac	0.181	8.54bd	39.76	11
214df	197	194.5ac	183.2	178.2d	158.2d	16.80bd	0.421	872.4	368.17	42.10	1.30	15.56	1.66bd	0.144	8.66bd	44.08	12
214.5cf	198.2	195ab	184.5	179.5ad	159.2ad	17.66ad	0.430	928.2	401.10	42.86	1.30	15.11	1.73ad	0.163	8.48bd	39.70	13
215bf	198	193c	183.8	178.2d	159.5ad	18.52ad	0.396	918.4	362.77	39.09	1.30	14.89	1.81ad	0.164	8.52bd	41.38	14
217.2ac	190	195.5ab	184.2	178.8bd	159.5ad	18.18ad	0.424	945.6	401.77	42.41	1.33	15.41	1.78ad	0.160	9.75a	43.17	15
216.5ac	198.2		184.5	180.5ac	160.2ad	20.75a	0.412	1062.9	425.17	41.13	1.32	15.39	2.04a	0.191	8.79bd	45.19	16
216af	197.5	195ab	184.5	180ad	160.2ad	17.91ad	0.427	936.1	398.62	42.59	1.27	14.37	1.75ad	0.150	8.69bd	41.74	17
213.2f	198.8	195.5ab	185	180ad	161.5d	18.73ad	0.416	962.6	400.57	41.45	1.33	14.96	1.83ad	0.172	8.99ac	38.08	18
215.4	197.7	195.2	184.41	179.5	159.8	18.30	0.418	934.6	389.29	41.56	1.31	14.98	1.57	0.163	8.26	41.48	میانگین Mean

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، اختلاف آماری ندارند و مقادیر حداقل و حداکثر، به‌ترتیب با یک و دو زیرخط مشخص شده‌اند.

In each column, the means with at least one common letter have not statistical difference, and the minimum and maximum values are marked with one and two underscores, respectively.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

جدول ۴- مولفه‌های اصلی و مقادیر ویژه آنها برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Table 4. Principal components and their eigenvalues for studied traits in durum wheat genotypes

مولفه Component	مقادیر ویژه اولیه Initial eigenvalue		
	کل Total	درصد واریانس % variance	درصد تجمعی % Cumulative
1	10.84	33.87	33.87
2	7.19	22.48	56.35
3	3.82	11.93	68.28
4	2.34	7.33	75.61
5	1.89	5.91	81.51
6	1.51	4.73	86.24
7	1.19	3.73	89.97

جدول ۵- ضرایب صفات مورد مطالعه در مولفه‌های حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی

Table 5. Coefficients of the studied traits in obtained components from PCA

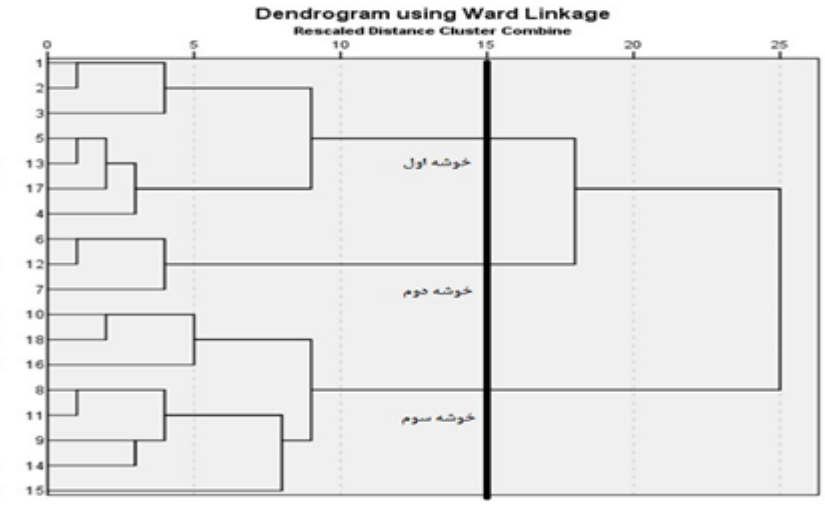
صفت Trait	مولفه Component						
	1	2	3	4	5	6	7
ارتفاع بوته Plant height	0.243	-0.739	0.433	0.217	-0.023	0.033	-0.004
طول سنبله Length of spike	0.515	-0.600	-0.026	0.056	-0.325	-0.011	-0.007
طول پدانکل Length of peduncle	0.062	-0.372	0.781	-0.301	0.237	0.053	-0.151
تعدادبرگ No. of leaf	0.649	-0.112	-0.125	0.031	-0.063	0.397	-0.390
قطر ساقه Stem diameter	0.498	-0.448	0.130	-0.073	-0.479	-0.159	0.397
تعداد پنجه No. of tiller	0.098	-0.755	-0.343	0.025	0.060	0.447	0.218
تعداد پنجه بارور No. of fertile tiller	0.433	-0.165	-0.006	0.208	0.518	0.612	0.037
تعدا پنجه غیربارور No. of non-fertile tiller	0.041	-0.782	-0.347	-0.002	-0.016	0.374	0.211
وزن تک بوته Weight of single plant	0.961	-0.135	-0.010	0.176	0.130	-0.032	-0.034
وزن سنبله Weight of spike	0.951	0.140	0.077	0.001	-0.097	-0.160	-0.033
تعداد سنبلچه No. of spikelet	0.657	-0.085	-0.136	-0.325	-0.527	0.019	0.129
تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	0.755	0.381	-0.155	-0.427	-0.149	0.065	-0.043
تعداد دانه درپنجه‌بارور No. of grain per fertile tiller	0.827	0.302	-0.125	-0.328	-0.017	0.190	-0.022
عملکرد سنبله Spike yield	0.784	0.288	0.056	0.289	-0.168	-0.140	-0.298
عملکرد پنجه‌های بارور Yield of fertile tiller	0.938	0.161	0.080	0.247	-0.036	0.057	-0.032
وزن هزار دانه 1000 grains weight	-0.075	-0.385	0.356	0.746	0.060	-0.175	0.042
طول ریشکLength of awn	0.064	-0.036	0.813	-0.293	-0.019	0.267	0.128
وزن ریشکWeight of awn	0.758	0.115	0.284	-0.229	0.312	-0.304	-0.038
عملکرد کاه Straw yield	0.913	-0.328	-0.122	۰/۰۸۷	0.143	-0.090	-0.030
طول برگ پرچم Length of flag leaf	0.075	-0.271	0.725	-0.200	-0.021	0.056	-0.443
عرض برگ پرچم Width of flag leaf	0.059	-0.052	0.620	-0.457	0.354	-0.046	0.362
شاخص برداشت تک بوته Harvest index per plant	-0.299	0.665	0.325	0.196	-0.359	0.342	-0.090
عملکرد کل دانه Total grain yield	0.919	0.173	0.080	0.240	-0.094	0.056	-0.076
بیوماس کل Total biomass	0.968	-0.140	-0.035	0.155	0.104	-0.047	-0.014
شاخص برداشت کل Total harvest index	-0.347	0.684	0.355	0.196	-0.317	0.247	-0.068
عملکرد کاه کل Total straw yield	0.883	-0.349	-0.096	-0.022	0.157	-0.123	0.146
طویل شدن ساقه Stem elongation	0.282	0.776	0.106	-0.218	0.225	0.027	0.081
ظهور خوشه Heading stage	0.299	0.845	0.094	0.162	0.151	0.145	0.167
گلدهیFlowering	0.410	0.803	-0.120	-0.165	-0.077	-0.068	0.217
مرحله شیری Milk stage	0.253	0.776	0.111	0.148	-0.044	0.273	0.210
مرحله خمیری Dough stage	-0.081	0.333	-0.656	-0.108	0.470	-0.094	-0.220
رسیدگی Maturity	0.170	0.482	-0.394	0.582	0.207	-0.109	0.307

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم دوروم

به‌منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و معیار فاصله اقلیدسی استفاده شد (شکل ۱). با توجه به ساختار مناسب گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و فاصله جدا شدن خوشه‌ها از یکدیگر، محل برش توسط تجزیه تابع تشخیص انتخاب شد که ژنوتیپ‌ها را به سه دسته تقسیم‌بندی کرد. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۳ و ۱۷ بود. خوشه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷ و ۱۲ را در بر داشت و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

در نهایت خوشه سوم نیز در برگیرنده ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۸ بود. در مطالعه انجام یافته توسط مسعودی و همکاران (۱۳) روی تنوع ژنتیکی ژرم پلاسم‌های گندم با استفاده از صفات مورفوفنولوژیک، تجزیه خوشه‌ای، دو گروه براساس دندروگرام مشخص کرد که از لحاظ شجره ارقام و برخی صفات مورد بررسی شباهت بیشتری داشتند. در گروه‌بندی لاین‌های پیشرفته گندم بر اساس عملکرد و اجزای آن توسط مظلومی و همکاران (۱۵)، تجزیه خوشه ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به سه گروه مجزا از هم تفکیک نمود.



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم دوروم بر اساس روش وارد
Fig 1. Cluster analysis of durum wheat genotypes based on Ward method

از نظر انتخاب والدین، خوشه‌ای ارزشمند است که میانگین بالاتری نسبت به میانگین کل نشان بدهد. بنابراین، برای تعیین خصوصیات هر گروه، از نظر صفات مورد مطالعه، میانگین خوشه برای هر صفت و انحراف آن از میانگین کل محاسبه و در جدول ۶ نشان داده شده است. خوشه اول (شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۳ و ۱۷) برای صفات شاخص برداشت تک بوته، طویل شدن ساقه، ظهور خوشه، تاریخ گل‌دهی، مرحله شیری شدن دانه، مرحله خمیری شدن و رسیدگی فیزیولوژیکی ارزش بالاتر از میانگین کل و برای صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، تعداد پنجه غیر بارور، وزن تک بوته، وزن سنبله اصلی، تعداد سنبلچه، وزن هزار دانه، وزن ریشک، عملکرد کاه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، بیوماس کل کرت و عملکرد کاه کل، طویل شدن ساقه و رسیدگی فیزیولوژیکی ارزش پایین‌تر از میانگین کل داشت. خوشه دوم، شامل ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷ و ۱۲ برای صفات تعداد پنجه غیر بارور، وزن هزار دانه و شاخص برداشت کل، دارای ارزش بالاتر از میانگین کل و برای بیشتر صفات مورد مطالعه ارزش پایین‌تر از میانگین کل نشان داد. همان‌طوری که ملاحظه می‌شود ژنوتیپ‌های خوشه سوم (۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۸) از لحاظ صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل، تعداد برگ، قطر ساقه، تعداد پنجه بارور، وزن تک بوته، وزن سنبله اصلی، تعداد سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در پنجه بارور، عملکرد پنجه‌های بارور، طول ریشک، وزن ریشک، عملکرد کاه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، عملکرد کل دانه، بیوماس کل کرت و عملکرد کاه کل، ارزش بالاتر از میانگین کل و از لحاظ صفات شاخص برداشت تک بوته، شاخص برداشت کل، طویل شدن ساقه، ظهور خوشه، تاریخ گل‌دهی، پرشدن دانه مرحله شیری، پرشدن دانه مرحله خمیری و رسیدگی ارزش پایین‌تر از میانگین کل داشتند. بنابراین ژنوتیپ‌های خوشه سوم را می‌توان برای اصلاح ژنوتیپ‌های گندم دوروم از لحاظ صفات فنومورفولوژیکی به‌منظور بهره گیری در اهداف اصلاحی مورد استفاده قرار داد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

جدول ۶- میانگین و درصد انحراف سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Table 6. Mean and deviation percent of three clusters obtained from cluster analysis for the studied traits in durum wheat genotypes

وزن تک بوته Weight of single plant	تعداد پنجه غیربارور No. of non-fertile tiller	تعداد پنجه بارور No. of fertile tiller	تعداد پنجه No. of tiller	قطر ساقه Stem diameter	تعداد برگ No. of leaf	طول پدانکل Length of peduncle	طول سنبله Length of spike	ارتفاع بوته Plant height		خوشه Cluster
3.05	0.78	1.02	1.81	3.28	2.15	28.16	5.45	61.10	میانگین	1
-1.86	-18.5	-0.61	-8.89	-1.67	-0.32	-1.04	-2.17	-3.31	درصد انحراف	
2.87	1.15	1.01	2.16	3.28	2.12	28.01	5.60	63.66	میانگین	2
-7.56	20.69	-1.08	9.01	-1.46	-1.48	-1.56	0.44	0.74	درصد انحراف	
3.24	1.04	1.03	2.07	3.40	2.17	28.88	5.67	64.84	میانگین	3
4.46	8.42	0.94	4.40	2.01	0.83	1.50	1.73	2.61	درصد انحراف	

ادامه جدول ۶- میانگین و درصد انحراف سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Continued Table 6. Mean and deviation percent of three clusters obtained from cluster analysis for the studied traits in durum wheat genotypes

وزن ریشک Weight of awn	طول ریشک Length of awn	وزن هزار دانه 1000 grains weight	عملکرد پنجه‌های بارور Yield of fertile tiller	عملکرد سنبله Spike yield	تعداد دانه درپنجه- بارور No. of grain per fertile tiller	تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike	تعداد سنبلچه No. of spikelet	وزن سنبله Weight of spike		خوشه Cluster
0.16	8.63	40.98	1.30	1.31	31.93	31.60	13.84	1.76	میانگین Mean	1
-0.32	0.06	-1.20	0.05	1.46	0.62	1.11	-1.08	-0.23	درصد انحراف % Deviation	
0.14	8.33	42.52	1.20	1.20	28.35	28.23	13.57	1.61	میانگین Mean	2
-11.24	-3.46	2.50	-7.58	-7.22	-10.67	-9.66	-3.02	-8.34	درصد انحراف % Deviation	
0.17	8.73	41.53	1.33	1.31	32.83	32.08	14.29	1.82	میانگین Mean	3
4.76	1.24	0.11	2.79	1.43	3.45	2.64	2.08	3.33	درصد انحراف % Deviation	

ادامه جدول ۶- میانگین و درصد انحراف سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Continued Table 6. Mean and deviation percent of three clusters obtained from cluster analysis for the studied traits in durum wheat genotypes

طویل شدن ساقه Stem elongation	عملکرد کاه کل Total straw yield	شاخص برداشت کل Total harvest index	بیوماس کل Total biomass	عملکرد کل دانه Total grain yield	شاخص برداشت تک بوته Harvest index per plant	عرض برگ پرچم Width of flag leaf	طول برگ پرچم Length of flag leaf	عملکرد کاه Straw yield		خوشه Cluster
160.35	17.33	0.42	916.25	391.14	42.50	1.31	14.69	1.70	میانگین Mean	1
0.34	-4.17	2.06	-1.94	0.31	2.01	-0.35	-0.94	-3.79	درصد انحراف % Deviation	
158.66	16.64	0.42	862.65	363.25	41.97	1.30	14.85	1.64	میانگین Mean	2
-0.71	-8.00	0.43	-7.68	-6.84	0.75	-0.94	0.11	-7.42	درصد انحراف % Deviation	
159.75	19.29	0.41	977.28	398.86	40.80	1.32	14.95	1.88	میانگین Mean	3
-0.030	6.65	-1.96	4.58	2.29	-2.04	0.66	0.78	6.10	درصد انحراف % Deviation	

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

ادامه جدول ۶- میانگین و درصد انحراف سه خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم
Continued Table 6. Mean and deviation percent of three clusters obtained from cluster analysis for the studied traits in durum wheat genotypes

رسیدگی Maturity	مرحله خمیری Dough stage	مرحله شیری Milk stage	گلدهی Flowering	ظهور خوشه Heading stage		خوشه Cluster
216.28	198.60	195.64	184.75	180.17	میانگین Mean	1
0.38	0.37	0.24	0.18	0.36	درصد انحراف % Deviation	
214.08	198.08	194.75	183.75	178.75	میانگین Mean	2
-0.63	0.10	-0.21	-0.36	-0.43	درصد انحراف % Deviation	
215.25	197.15	194.90	184.37	179.25	میانگین Mean	3
-0.09	-0.36	-0.13	-0.02	-0.15	درصد انحراف % Deviation	

نتیجه‌گیری کلی

اختلاف بین ژنوتیپ‌های مورد مقایسه از لحاظ صفات تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، طول ریشک، عملکرد کاه، عملکرد کاه کل، طویل شدن ساقه، ظهور خوشه، مرحله شیری شدن دانه و رسیدگی فیزیولوژیکی معنی‌دار بود. تجزیه خوشه‌ای، ۱۸ ژنوتیپ را در سه گروه جای داد. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۳ و ۱۷ بود. خوشه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷ و ۱۲ را در بر داشت و در نهایت خوشه سوم نیز در برگیرنده ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۸ بود. با توجه به تجزیه به مولفه‌های اصلی، سه مولفه اصلی اول مجموعا ۶۸/۲۸ درصد از تنوع صفات را توجیه کردند که مولفه اول، مولفه عملکرد دانه، مولفه دوم صفات مربوط به رسیدگی و مولفه سوم صفات مربوط به پر برگی نام‌گذاری شد. از این مولفه می‌توان در امر گزینش برای ژنوتیپ‌های گندم دوروم استفاده کرد. در نهایت، بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم از لحاظ صفات مورد بررسی، تنوع قابل ملاحظه‌ای یافت شد که از این تنوع می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی برای مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و سایر اهداف اصلاحی استفاده کرد.

منابع

1. Babaei Zarch, M.J., M.H. Fotokian and S. Mahmoodi. 2014. Evaluation of genetic diversity of wheat (Triticum aestivum L.) genotypes traits using multivarite analysis methods for morphological. Journal of Crop Breeding, 6(14): 1-14 (In Persisan).
2. Damania, A., M. Selagern, M. Nikpor, N. Khaghani, A. Soltani and N. Lessani. 1993. Collecting genetic resource of wheat and barley in Iran. Plant Genetic Resouree Newsletter, 98: 38-44.
3. Dexter, J.E. and B.A. Marchylo. 2000. Recent trends in durum wheat milling and pasta processing: Impact on durum wheat quality requirements, Presented at the international workshop on durum wheat semolina and pasta quality, November 27, Montpellier, France.
4. Fang X.W., E.H. Xiong and W. Zhu. 1996. Cluster analysis of elite wheat germplasm. Jiangsu Agriculture Science, 4: 14-16.
5. Farahani, A. and A. Arzani. 2006. Genetic diversity of F_1 hybrid species and durum wheat genotypes using agronomic and morphological traits. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 10(4): 341-354 (In Persisan).
6. Farahani, Y. and A. Arzani. 2008. Investigation of genetic diversity of durum wheat genotypes using multivariate analysis. Electronic Journal of Crop Production, 1: 51-64 (In Persisan).
7. Gebeyhou, G., D.R. Knott and R.J. Baker. 1982. Relationships among duration of grain yield in durum wheat cultivars. Crop Science, 22: 287-290.
8. Grignac, P. 1975. Relations between yield components of yield of durum wheat and certain morphological characters. In: G. T. Scarascia mugnozza (Ed.) Proceeding of the symposium on genetics and breeding of durum wheat. University of Barri, Bari. P. 285-296.
9. Jafari Haghighi, B. 2009. Investigation of the relationship between grain yield and its components at the most appropriate density in wheat cultivars using path analysis. Journal of Plant Echophysiology, 1(2): 14-25 (In Persisan).
10. Jaradat, A.A. 1991 .a. Levels of phenotypic variation for developmental traitsin in landrace genotypes of durum wheat. (Triticum turgidum sp. Turgidum L.). con V. durum (Desf. Mk) from Jordan. Euphytica, 51: 265-271.
11. Jaradat, A.A. 1991.b. Phenotypic divvergence for morphologic and yield related triats among landrace genotypes of durum wheat from Jordan. Euphytica, 52: 155-164.
12. Marshall, D.R., P. Langridge and R. Appels. 2001. Wheat breeding in new century-prefac. Australian. J. Agriculture Research, 52, 1-4.
13. Masoudi, H., H. Sabouri, F. Taliey and J. Jaafarby. 2020. Genetic diversity of some wheat germplasm based on morpho-phenological traits. Journal of Crop Breeding, 12 (35): 54-68 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]

14. Matsuo, R.R. 1996. Durum wheat: its unique pasta-making properties. Pp. 169-178. W. Bushuk and V.F. Rasper (Eds.). Wheat production and Quality. Chapman and Hall, London.
15. Mazloumi, H., H. Pirdashti, A. Ahmadpour and S.J. Hosseini. 2020. Grouping of advanced wheat lines based on yield and its components. Journal of Crop Breeding, 12 (35): 41-53 (In Persian).
16. Mirakhori, N. 2001. Investigation of quantitative traits diversity and its relationship with yield in rainfed and irrigated conditions and determining the best drought resistance index in durum wheat. Master Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tehran (In Persisan).
17. Moghaddam, M., M. Basirat, F. Rahimzadeh Khoei and M. Shakiba. 2003. Path analysis of grain yield, its components and some morphological traits in winter wheat. Journal of Agricultural Science, 1 , 2: 48-73 (In Persisan).
18. Mohammadi, R., A. Abdollahi, M. Mohammadi, K. Elahi and H. Yari. 2016. Evaluation of yield gap of durum wheat lines and cultivars in research conditions and farmers' farms. Scientific-Extensive Journal of Research Findings in Field and Horticulture Crops, 5 (2): 133-141 (In Persisan).
19. Mohammadi, S.A. and B.M. Prasanna. 2003. Analysis of genetic diversity in crop plants, salient statistical tools and considerations. Crop Science, 43: 1235-1248.
20. Pecetti, L. and P. Annicchiarico. 1988. Agronomic value and plant type of Italian durum wheat cultivars from differ ent areas of breeding. Euphytica, 99: 9-15.
21. Renganayaki, K., J.C. Read and A.K. Fritz. 2001. Genetic diversity among Texas bluegrass genotypes (Poa arachnifera Torr.) revealed by AFLP and RAPD markers. Theoretical and Applied Genetics, 2: 1037-1045.
22. Sadegh Qol Moghadam, R., M. Khoda Rahmi and G. Ahmadi. 2011. Investigation of genetic diversity and factor analysis for grain yield and other morphological traits of bread wheat under drought stress. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 7 (1): 133-147 (In Persisan).
23. Sadeghzadeh Ahari, D. 2006. Growth type of durum wheat genotypes and its relationship with some agronomic traits and grain yield in Maragheh region. Journal of Agricultural Science, 16 (3): 125-134 (In Persisan).
24. Sadeghzadeh Ahari, D. 2011. Investigation of genetic diversity of some agronomic traits in three local durum wheat cultivars in order to use them in breeding programs. Journal of Research in Crop Sciences, 3 (11): 123-143 (In Persisan).
25. Tahir, N.A.R. and H.F.H. Karim. 2011. Determination of genetic relationship among some varieties of chickpea (Cicer arietinum L.) in Sulaimani by RAPD and ISSR markers. Jordan Journal of Biological Sciences, 4: 77-86.
26. Xiao, H. and X. Pei. 1991. Applying factor analysis method to study winter wheat quantity characters and varieties classification. Acta Agricultureae Universitatis Pekinen Science, 17: 17-22.
27. Zheleva, D., E. Todorovska, N. Chirstov, P. Ivanov, I. Ivanov and I. Todorov. 2007. Assessing the genetic variation in Bulgarian bread wheat varieties by biochemical and molecular markers. Biotechnology and Biotechnological Equipment, 21(3): 311-321.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.61186/jcb.15.46.50]