

"Research Paper"

Evaluation of Some Durum Wheat Genotypes Using Phenomorphological and Agronomic Traits

Musa Ghassemzadeh¹, Alireza Pourmohammad², Asghar Aliloo³ and Kamal Shahbazi⁴

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



"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@yahoo.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) به واسطه پروتئین زیاد و گلوآمین 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 سنبله‌چه، تعداد دانه در سنبله، تعداد دانه در پنجه بارور، عملکرد پنجه‌های بارور و 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 سنبله‌چه، 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 می‌باشد. مهمترین محصول گندم دوروم، سمولینا است که معمولا برای ساختن ماکارونی، بلغور و نان مصرف می‌شود. گندم دوروم با داشتن درصد بالای پروتئین (۱۲ تا ۱۴٪) در مقایسه با برنج (۷٪) و گندم نان (۱۰ تا ۱۲٪) از جمله مهمترین مواد غذایی 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

گندم دوروم (*Triticum durum*) پس از گندم نان، مهمترین گونه جنس تریتیوکوم است. از آنجایی که آرد گندم دوروم دارای مقادیر پایینی از گلوآمین است، برای مصارف نانوائی مناسب نمی‌باشد. اما در عوض دانه‌های 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، به‌ویژه 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 پلاسما 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 گلوآمین و همچنین کربوهیدرات‌های ساده آن بیشتر از سایر واریته‌های

بود که حاکی از وجود پتانسیل مناسب در توده‌های بومی گندم دوروم برای کشت در مناطق سرد سیر دیم است (۲۴). جیبیهو و همکاران (۷) همبستگی مثبت بین وزن هزار دانه با عملکرد دانه را در گندم دوروم گزارش کردند. همچنین گریگناک و همکاران (۸) و جیبیهو 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.

مقدار تنوع فنوتیپی در بین توده‌های مورد مطالعه در مقایسه با تنوع موجود در کلکسیون 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، معمولاً کار با بررسی میزان تنوع ژنتیکی برای صفت یا صفات مورد اصلاح درون یا بین ارقام بومی و ژرم پلاسِم موجود آغاز می‌شود (۱۹). بهبود محصول از طریق استفاده از تنوع ژنتیکی، کلید موفقیت برنامه‌های اصلاحی است (۲۱). دلایل زیادی برای نیاز به ارزیابی صحیح تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیت‌های گیاهی وجود دارد. از این دلایل می‌توان به تجزیه تغییرپذیری ژنتیکی در ژنوتیپ‌ها، توزیع و نگهداری ژرم پلاسِم (۲۷) و انتخاب صحیح والد‌های برتر برای تلاقی‌ها (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 خصوصاً در زمینه تحمل به سرما نیز مشهود

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد استفاده در آزمایش

Table 1. The pedigree of durum wheat genotypes used in experiment

شماره ژنوتیپ	شجره ژنوتیپ
Genotype number	Genotype pedigree
1	Dehdash
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/CANEL O_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_1.CDSS07Y00068S-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_1.CDSS07Y00444S-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/ARDEN TE/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/BezazSHF//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_1.CDSS07Y00533T-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 (۱۰ و ۱۱).

طولیل 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 شدن)، 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 سانتی‌متر)، 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 تمامی پنجه‌های بارور و میانگین‌گیری برای تک بوته)، عملکرد پنجه‌های بارور (محاسبه عملکرد پنجه‌های بارور برای 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 تغییرهای 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، طولیل شدن ساقه، ظهور خوشه، مرحله شیری دانه، مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی معنی دار بود. این

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.

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

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

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

** و * به ترتیب 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

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

** و * به ترتیب 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

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

** و * به ترتیب 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 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	طول‌شدن ساقه Stem elongation	عملکرد کاه کل Straw yield per plot	شاخص برداشت کل Total harvest 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	۳/۲۳۳*	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 * به ترتیب معنی دار در سطح آماری یک درصد و پنج درصد

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

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 ۲۲/۴۷۹ و 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 طول‌شدن ساقه، ظهور خوشه، گل‌دهی و پرشدن دانه دارای ضرایب مثبت بالا بودند. 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 جمعاً 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.

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 طول‌شدن 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 سنبله‌چه، 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 زارچ و همکاران (۱) روی ارقام گندم، ارتباط مثبتی بین صفات تعداد سنبله‌چه در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبله‌چه 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

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم دوروم

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

صفات	ارتفاع بوته (سانتی متر)	طول سنبله اصلی (سانتی متر)	طول پدیکل (سانتی متر)	تعداد برگ	قطر ساقه (میلی متر)	تعداد پنجه	تعداد پنجه غبر بارور	وزن تک بوته (گرم)	وزن سنبله اصلی (گرم)	تعداد سببچه	تعداد دانه در سنبله	تعداد دانه در پنجه‌های بارور	عملکرد پنجه‌های بارور (گرم)
Characteristics	Plant height (cm)	main spike length (cm)	peduncle length (cm)	number of leaves	stem diameter (mm)	number of spikes	number of fertile spikes	single plant weight (g)	spike weight Main (g)	number of spikes	number of seeds per spike	number of seeds in fertile spikes	yield of fertile spikes (g)
1	60.67	5.37	29.31	2.15	3.26	1.95 ^{ac}	1.02	0.92 ^{ad}	1.74	13.60	32.92	33.27	1.28
2	58.42	5.40	28.71	2.17	3.25	1.90 ^c	1.05	0.82 ^{ad}	1.72	13.62	31.75	32.40	1.25
3	62.68	5.33	29.23	2.05	3.26	1.67 ^c	1.00	0.67 ^{cd}	1.62	13.42	27.92	27.92	1.20
4	59.71	5.52	26.39	2.10	3.27	1.67 ^c	1.00	0.67 ^{cd}	1.86	14.00	32.40	32.40	1.36
5	61.92	5.49	28.35	2.20	3.25	1.67 ^c	1.02	0.65 ^d	1.79	13.80	31.45	32.17	1.34
6	62.54	5.64	27.80	2.07	3.24	2.07 ^{cd}	1.00	1.07 ^{ab}	1.59	13.62	28.60	28.10	1.19
7	62.06	5.46	26.34	2.12	3.35	2.25 ^a	1.02	1.22 ^a	1.61	13.55	29.00	29.40	1.21
8	63.14	5.74	27.97	2.20	3.50	2.25 ^a	1.00	1.25 ^a	1.78	14.95	32.35	32.52	1.30
9	67.56	5.55	29.15	2.15	3.29	2.22 ^a	1.07	1.15 ^{ab}	1.77	13.80	29.52	31.45	1.35
10	65.72	5.66	28.67	2.17	3.34	2.17 ^{ab}	1.10	1.10 ^{ac}	1.84	14.40	34.55	36.50	1.38
11	62.88	5.75	28.73	2.10	3.44	2.00 ^{ac}	1.00	1.00 ^{ad}	1.88	14.20	32.90	32.90	1.29
12	66.37	5.70	29.88	2.17	3.27	2.17 ^{ab}	1.02	1.17 ^{ab}	1.64	13.55	27.10	27.55	1.20
13	63.88	5.46	۲۸۳۰	2.17	3.36	1.75 ^{ab}	1.00	0.95 ^{bd}	1.81	14.32	33.82	33.82	1.32
14	64.52	5.56	29.20	2.15	3.35	1.97 ^{ac}	1.02	0.95 ^{bd}	1.69	13.85	29.85	29.85	1.20
15	67.49	5.68	29.97	2.15	3.53	1.92 ^{ac}	1.02	0.90 ^{bd}	1.81	14.42	30.87	31.45	1.33
16	65.79	5.80	28.89	2.25	3.46	2.12 ^{ac}	1.05	1.07 ^{ad}	1.97	14.00	32.35	33.25	1.46
17	60.39	5.60	26.82	2.20	3.30	2.05 ^{ac}	1.05	0.97 ^{ad}	1.75	14.15	30.95	31.45	1.32
18	61.64	5.63	28.47	2.22	3.29	1.92 ^{ac}	1.02	0.90 ^{ad}	1.83	14.70	34.25	34.75	1.33
میانگین Mean	63.19	5.35	28.84	2.15	3.73	1.98	1.02	0.95	1.76	13.99	31.25	31.73	1.30

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

ژنوتیپ	وزن هزار دانه (گرم)	طول ریشک (سانتی متر)	وزن ریشک (گرم)	عملکرد کل (گرم)	عملکرد کل دانه (گرم)	شاخص برداشت تک بوته (درصد)	شاخص برداشت کل (درصد)	تولید کل (گرم در متر مربع)	طول شدن ساقه (روز)	طول خوشه (روز)	گل‌ریزی (روز)	مرحله شیر (روز)	مرحله خمیری (روز)	زیبگی (روز)
Genotype	1000 grains weight (g)	Length of awn (cm)	Weight of awn	Total biomass (g/m ²)	Total grain yield (g/m ²)	Harvest index per plant (%)	Total harvest index (%)	Strow yield per plot (g/m ²)	Stem elongation (day)	Heading stage (day)	Flowering date (day)	Milk stage (day)	Dough stage (day)	Maturity (day)
1	38.80	9.10ab	0.171	1.66bd	15.07	1.33	42.85	386.1	17.07bd	160ad	179.8ad	185	195.2a	198.5
2	39.73	8.95ac	0.162	1.69bd	14.66	1.33	41.81	375.9	17.42ad	161.2ab	180.8ab	184.8	196.5a	195.5
3	43.18	9.01ac	0.159	1.51d	14.78	1.35	43.94	362.6	15.89bd	160.8ac	180.2ad	184.5	195ab	198.5
4	42.08	7.89d	0.168	1.77ad	14.03	1.29	42.61	409.1	۱۸/۳۱ad	160.8ac	181.2a	185.5	199.2	218.5a
5	41.65	8.29bd	0.161	1.81ad	14.81	1.29	41.85	404.55	17.17bd	160.2ad	179.8ad	184.5	195.8ab	198.8
6	42.73	8.31bd	0.150	1.59cd	14.31	1.31	841.8	357.75	16.13cd	159bd	178.8bd	184	194.8ac	198.2
7	40.77	8.01cd	0.136	1.67bd	13.43	1.29	41.41	363.82	16.99bd	158.8cd	179.2ad	184	195ab	199
8	41.35	8.26bd	0.156	1.85ac	14.28	1.31	392.70	408.67	18.96ad	159bd	179.2ad	184.8	194.8ac	198.8
9	43.92	8.66bd	0.170	1.95ab	14.73	1.33	1009.5	408.67	20.02ab	158.5cd	178.5cd	184	194.2bc	197.8
10	39.38	8.35bd	0.169	1.91ac	14.90	1.32	408.95	416.2	19.42ac	160.2ad	180.2ab	184.5	196ab	198.2
11	39.76	8.54bd	0.181	1.86ac	15.01	1.33	389.32	40.38	19.77ab	159.5ad	178.5cd	184.2	194.8ac	197.5
12	44.08	8.66bd	0.144	1.66bd	12.10	1.30	872.4	368.17	16.80bd	158.2d	178.2d	183.2	194.5ac	197
13	39.70	8.48bd	0.163	1.73ad	15.11	1.30	928.2	401.10	17.66ad	159.2ad	179.5ad	184.5	195ab	198.2
14	41.38	8.52bd	0.164	1.81ad	14.89	1.30	918.4	362.77	18.52ad	159.5ad	178.2d	183.8	193c	198
15	43.17	9.25a	0.160	1.78ad	15.41	1.33	945.6	401.77	18.18ad	159.5ad	178.8bd	184.2	195.5ab	190
16	45.19	8.79bd	0.191	2.06a	15.39	1.32	1062.9	425.17	20.75a	160.2ad	180.5ac	184.5	198.2	216.5ac
17	41.74	8.69bd	0.150	1.75ad	14.37	1.27	936.1	398.62	17.91ad	160.2ad	180ad	184.5	195ab	197.5
18	38.08	8.99ac	0.172	1.83ad	14.96	1.33	962.6	400.57	18.73ad	161.5d	180ad	185	195.5ab	198.8
میانگین Mean	41.48	8.26	0.163	1.57	14.98	1.31	934.6	389.29	18.30	159.8	179.5	184.41	195.2	197.7

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.

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	کل Total	مقادیر ویژه اولیه Initial eigenvalue	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

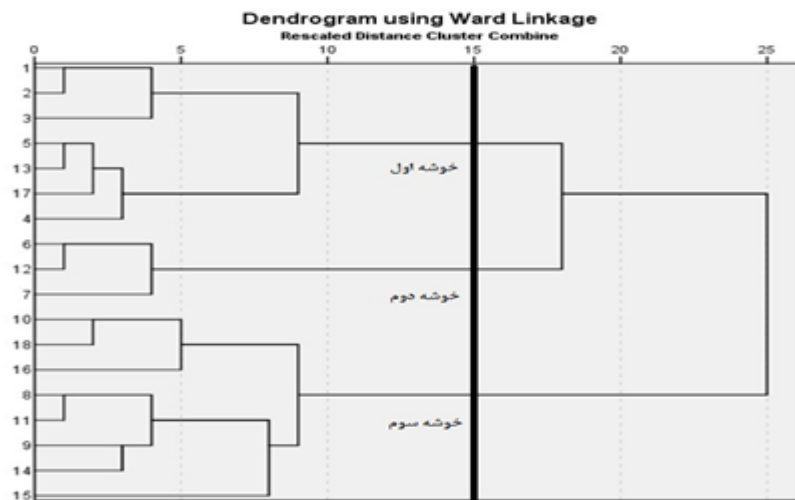
صفت Trait	مولفه Component	7	6	5	4	3	2	1
ارتفاع بوته Plant height		-0.004	0.033	-0.023	0.217	0.433	-0.739	0.243
طول سنبله Length of spike		-0.007	-0.011	-0.325	0.056	-0.026	-0.600	0.515
طول پدانکل Length of peduncle		-0.151	0.053	0.237	-0.301	0.781	-0.372	0.062
تعداد برگ No. of leaf		-0.390	0.397	-0.063	0.031	-0.125	-0.112	0.649
قطر ساقه Stem diameter		0.397	-0.159	-0.479	-0.073	0.130	-0.448	0.498
تعداد پنجه No. of tiller		0.218	0.447	0.060	0.025	-0.343	-0.755	0.098
تعداد پنجه بارور No. of fertile tiller		0.037	0.612	0.518	0.208	-0.006	-0.165	0.433
تعداد پنجه غیربارور No. of non-fertile tiller		0.211	0.374	-0.016	-0.002	-0.347	-0.782	0.041
وزن تک بوته Weight of single plant		-0.034	-0.032	0.130	0.176	-0.010	-0.135	0.961
وزن سنبله Weight of spike		-0.033	-0.160	-0.097	0.001	0.077	0.140	0.951
تعداد سنبلچه No. of spikelet		0.129	0.019	-0.527	-0.325	-0.136	-0.085	0.657
تعداد دانه در سنبله No. of grain per spike		-0.043	0.065	-0.149	-0.427	-0.155	0.381	0.755
تعداد دانه در پنجه بارور No. of grain per fertile tiller		-0.022	0.190	-0.017	-0.328	-0.125	0.302	0.827
عملکرد سنبله Spike yield		-0.298	-0.140	-0.168	0.289	0.056	0.288	0.784
عملکرد پنجه‌های بارور Yield of fertile tiller		-0.032	0.057	-0.036	0.247	0.080	0.161	0.938
وزن هزار دانه 1000 grains weight		0.042	-0.175	0.060	0.746	0.356	-0.385	-0.075
طول ریشک Length of awn		0.128	0.267	-0.019	-0.293	0.813	-0.036	0.064
وزن ریشک Weight of awn		-0.038	-0.304	0.312	-0.229	0.284	0.115	0.758
عملکرد کاه Straw yield		-0.030	-0.090	0.143	0.087	-0.122	-0.328	0.913
طول برگ پرچم Length of flag leaf		-0.443	0.056	-0.021	-0.200	0.725	-0.271	0.075
عرض برگ پرچم Width of flag leaf		0.362	-0.046	0.354	-0.457	0.620	-0.052	0.059
شاخص برداشت تک بوته Harvest index per plant		-0.090	0.342	-0.359	0.196	0.325	0.665	-0.299
عملکرد کل دانه Total grain yield		-0.076	0.056	-0.094	0.240	0.080	0.173	0.919
بیوماس کل Total biomass		-0.014	-0.047	0.104	0.155	-0.035	-0.140	0.968
شاخص برداشت کل Total harvest index		-0.068	0.247	-0.317	0.196	0.355	0.684	-0.347
عملکرد کاه کل Total straw yield		0.146	-0.123	0.157	-0.022	-0.096	-0.349	0.883
طولیل شدن ساقه Stem elongation		0.081	0.027	0.225	-0.218	0.106	0.776	0.282
ظهور خوشه Heading stage		0.167	0.145	0.151	0.162	0.094	0.845	0.299
گلدهی Flowering		0.217	-0.068	-0.077	-0.165	-0.120	0.803	0.410
مرحله شیرین Milk stage		0.210	0.273	-0.044	0.148	0.111	0.776	0.253
مرحله خمیری Dough stage		-0.220	-0.094	0.470	-0.108	-0.656	0.333	-0.081
رسیدگی Maturity		0.307	-0.109	0.207	0.582	-0.394	0.482	0.170

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

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

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 خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به سه گروه مجزا از هم تفکیک نمود.

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 پلاسماهای گندم با استفاده از صفات مورفولوژیکی، تجزیه خوشه‌ای، دو گروه براساس دندروگرام مشخص کرد که از لحاظ شجره



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

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 سنبله‌چه، 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، طولیل شدن ساقه، ظهور خوشه، تاریخ گل‌دهی، پرشدن دانه مرحله شیر، 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 بهره‌گیری در اهداف اصلاحی مورد استفاده قرار داد.

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، طولیل شدن ساقه، ظهور خوشه، تاریخ گل‌دهی، مرحله شیر 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 سنبله‌چه، وزن هزار دانه، وزن ریشک، عملکرد کاه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، بیوماس کل کرت و عملکرد کاه کل، طولیل 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

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

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

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

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

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

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

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	1 میانگین Mean
0.38	0.37	0.24	0.18	0.36	درصد انحراف % Deviation
214.08	198.08	194.75	183.75	178.75	2 میانگین Mean
-0.63	0.10	-0.21	-0.36	-0.43	درصد انحراف % Deviation
215.25	197.15	194.90	184.37	179.25	3 میانگین Mean
-0.09	-0.36	-0.13	-0.02	-0.15	درصد انحراف % Deviation

نتیجه‌گیری کلی

سه مولفه اصلی اول مجموعاً 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 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.

اختلاف بین ژنوتیپ‌های مورد مقایسه از لحاظ صفات تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، طول ریشک، عملکرد کاه، عملکرد کاه کل، طول 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 و ۱۳ و ۱۷ بود. خوشه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۶ و ۷ و ۱۲ را در بر داشت و در نهایت خوشه سوم نیز در برگرفته ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ و ۱۸ بود. با توجه به تجزیه به مولفه‌های اصلی،

منابع

- Babaei Zarch, M.J., M.H. Fotokian and S. Mahmoodi. 2014. Evaluation of genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes traits using multivariate analysis methods for morphological. Journal of Crop Breeding, 6(14): 1-14 (In Persian).
- 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 Resource Newsletter, 98: 38-44.
- 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.
- Fang X.W., E.H. Xiong and W. Zhu. 1996. Cluster analysis of elite wheat germplasm. Jiangsu Agriculture Science, 4: 14-16.
- Farahani, A. and A. Arzani. 2006. Genetic diversity of F₁ 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 Persian).
- 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 Persian).
- 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.
- 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.
- 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 Ecophysiology, 1(2): 14-25 (In Persian).
- Jaradat, A.A. 1991. a. Levels of phenotypic variation for developmental traits in landrace genotypes of durum wheat. (*Triticum turgidum* sp. *Turgidum* L.). con V. durum (Desf. Mk) from Jordan. Euphytica, 51: 265-271.
- Jaradat, A.A. 1991. b. Phenotypic divergence for morphologic and yield related traits among landrace genotypes of durum wheat from Jordan. Euphytica, 52: 155-164.
- Marshall, D.R., P. Langridge and R. Appels. 2001. Wheat breeding in new century-prefac. Australian. J. Agriculture Research, 52, 1-4.
- 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).

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 Persian).
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 Persian).
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 Persian).
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 different 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 Persian).
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 Persian).
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 Persian).
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 Agriculturae Universitatis Pekinensis*, 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.