J. Crop Prod. Process. 2025, 15(2), 95-109; DOI: 10.47176/jcpp.15.2.38631

Journal of Crop Production and Processing

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

**Original Article**

# Evaluation of Genetic Diversity and Comparison of Phenotypic Traits in Irrigated and Rainfed Wheat under Irrigated Cultivation Conditions

**Hamed Alipour Kondari[1], Shahram Mohammady *[2] and Sadeallah Houshmand [2]**

1 and 2. Ph.D. Student in Genetics and Plant Breading and Professors, respectively, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

**Extended Abstract**

**Introduction:** Wheat (*Triticum aestivum*) is one of the world's leading staple crops, and the demand for higher production is growing in response to the increasing global population. However, in many regions wheat production has declined as a result of climate change. Therefore, the introduction of new varieties that require less water is necessary. Genetic diversity in plants is crucial for their improvement. Plant breeders use genetic resources, such as crop varieties, for breeding purposes, including tolerance to biotic and abiotic stresses. One approach for evaluating genetic diversity involves the use of morphological markers, which assesses diversity by considering both genetic and environmental influences. The objective of this experiment is to analyze genetic diversity and compare irrigated and rainfed wheat varieties based on their phonological and morphological traits. This comparison aims to identify specific traits in rainfed wheat varieties that contribute to their enhanced drought tolerance.

**Materials and Methods:** This experiment was conducted at Amiran Farm, in Felard County, Chaharmahal, and Bakhtiari Province, Iran, during the 2023-2024 growing season. The genetic materials used for this study included five irrigated genotypes and five rainfed genotypes. The experimental design was a randomized complete block design with four replications. Each experimental plot consisted of four planting rows, each 1.5 meters long. The row spacing was 20 cm, and the spacing between plants was 30 cm. Additionally, to reduce border effects a row of the Sirvan cultivar was planted around the experimental plot. Sixteen traits were measured, including days to heading, maturity, and grain filling, plant height, peduncle length, flag leaf length, flag leaf width, flag leaf area, seed weight/spike, biological yield, seeds/spike, thousand kernel weight, harvest index, tillers/plant, spike length, and grain yield. Data analysis, including analysis of variance, group comparisons, mean comparisons, and phenotypic correlation assessment were performed using SAS 9.2 software. In addition, genotypic groups were identified using cluster analysis based on Ward's method and the Euclidean squared distance criterion in STATGRAPHICS software.

**Results and Discussion:** The results of the analysis of variance showed that there were significant differences among the genotypes for almost all the traits, including days to heading, maturity, and grain filling, plant height, peduncle length, flag leaf width and area, seed weight/spike, biological yield, seeds/spike, thousand kernel weight, harvest index, tillers/plant, and grain yield. Additionally, the results of the group comparisons indicated significant differences between the rainfed and irrigated varieties for all the measured traits except flag leaf length, biological yield, and spike length. In other words, rainfed genotypes had fewer days to heading and a shorter grain-filling period compared to the irrigated genotypes, with the Rejave genotype being the earliest among the studied genotypes. Also, this genotype had the highest yield among the rainfed genotypes. The increasing global temperatures and the coincidence of wheat's sensitive growth stages with high temperatures, selecting early maturity and shorter grain filling duration are effective

Received: Jan. 18, 2025; Revised: Apr. 27, 2025; Accepted: Apr. 29, 2025; Published Online: Jun. 16, 2025.
* Corresponding Author: mohammadyshahram@yahoo.com

**Journal of Crop Production and Processing**

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

breeding strategies to overcome these conditions. The results of this study demonstrated that rainfed genotypes had superior performance in these key traits compared to irrigated ones, showing a greater ability to escape terminal drought and heat stresses. Irrigated wheat genotypes had shorter peduncle lengths compared to rainfed genotypes. A reduction in peduncle length can lead to the greater grains/spike, thereby increasing overall wheat yield. It was also observed that the irrigated genotypes had shorter peduncles and a higher grains/spike than the rainfed genotypes. The rainfed genotypes also had smaller flag leaf areas compared to the irrigated varieties, indicating that they may have lower transpiration rates. Correlation analysis indicated that plant height and peduncle length had a significant negative correlation with the most economic traits, suggesting that reducing these traits could increase wheat grain yield. Finally, cluster analysis divided the genotypes into rainfed and irrigated wheats.

**Conclusion:** There was high genetic diversity among the available varieties for most of the traits studied. Moreover, the results of group comparisons showed that, for all studied traits except flag leaf length, biological yield, and spike length, there were significant differences between irrigated and rainfed genotypes. Rainfed varieties were also earlier and had a shorter grain filling period and smaller leaf areas compared to the irrigated varieties. Crossing rainfed and irrigated wheat varieties creates a population with very high diversity and will be used in further experiments in future. This population will be used to develop new varieties with desirable traits**.**

**Keywords:** Early maturity, peduncle length, plant height, Simple correlation, cluster analysis

**How to Cite:** Alipour Kondari H., Mohammady S., Houshmand S. Evaluation of Genetic Diversity and Comparison of Phenotypic Traits in Irrigated and Rainfed Wheat under Irrigated Cultivation Conditions. *J. Crop Prod. Process*. 2025, 15(2), 95-109 (*In Persian*). DOI: 10.47176/jcpp.15.2.38631

Copyright © 2025 Isfahan University of Technology, Published by Isfahan University of Technology press. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱٤۰٤، دوره ۱۵، شماره ۲، صص. ۱۰۹-۹۵، DOI: 10.47176/jcpp.15.2.38631

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
صفحه خانگی نشریه: https://jcpp.iut.ac.ir/

مقاله پژوهشی

# ارزیابی تنوع ژنتیکی و مقایسه صفات فنوتیپی در گندم‌های آبی و دیم در شرایط کشت آبی

**حامد علی‌پور کندری[۱] ، شهرام محمدی[۲*] و سعداله هوشمند[۲]**

**چکیده**– تولید گندم در بسیاری از نقاط دنیا به‌دلیل تغییرات آب و هوایی کاهش یافته است و ارزیابی منابع ژنتیکی برای شناسایی صفات مطلوب گیاهی، به‌منظور مقابله با این چالش ضروری است. بنابراین، هدف این مطالعه، ارزیابی و مقایسه برخی صفات ارقام گندم آبی و دیم برای شناسایی ویژگی‌های مطلوب ارقام دیم است. برای این منظور، پنج ژنوتیپ آبی و پنج ژنوتیپ دیم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در شریط کشت آبی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج مقایسات گروهی بین ارقام دیم و آبی نشان داد که برای تمام صفات بجز صفات طول برگ پرچم، عملکرد بیولوژیک و طول سنبله تفاوت معنی‌داری بین ارقام آبی و دیم وجود دارد. به‌طورکلی، ارقام دیم زودرس‌تر و دارای طول دوره پرشدن دانه کمتری بودند و همچنین مساحت برگ پرچم کمتری داشتند که به دنبال آن، آب کمتری هم از طریق تعرق از دست دادند. نتایج همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه نشان داد که دو صفت ارتفاع بوته و طول پدانکل با اکثر صفات اقتصادی مهم ارتباط منفی و معنی‌داری داشتند. نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشخص کرد که دو گروه گندم دیم و آبی در دو گروه مجزا قرار دارند. در مجموع، مشخص شد که ارقام گندم آبی و دیم دارای ویژگی-های بسیار متفاوتی هستند و ممکن است بتوان با تلاقی دادن آنها و انتخاب در طی نسل‌های در حال تفکیک به ارقام جدید با ویژگی‌های مطلوب دست یافت.

**واژه‌های کلیدی:** زودرسی، طول پدانکل، ارتفاع بوته، همبستگی ساده، تجزیه خوشه‌ای.

دریافت مقاله: ۱٤۰۳/۱۰/۲۹، بازنگری: ۱٤۰٤/۰۲/۰۷، پذیرش: ۱٤۰۳/۰۲/۰۹، اولین انتشار: ۱٤۰٤/۰۳/۲٦

۱ و۲. به‌ترتیب دانشجوی دکتری تخصصی ژنتیک و به‌نژادی گیاهی و استاد، گروه اصلاح‌نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

*نویسنده مسئول، رایانامه: mohammadyshahram@yahoo.com

حق انتشار این مستند، متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است. ©۱٤۰٤.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است:

Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

## مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهمترین گیاه زراعی دنیا و از خانواده غلات می‌باشد که هر ساله سطح زیر کشت زیادی در جهان به آن اختصاص داده می‌شود (۵ و ۲۷). این گیاه در حال حاظر ۲۰ درصد کالری و پروتئین را برای انسان‌ها فراهم می‌کند (۲۸). نیاز به تولید بیشتر گندم به‌دلیل افزایش جمعیت جهان احساس می‌شود، اما در بسیاری از مناطق دنیا عملکرد گندم به‌دلیل تغییر اقلیم کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. بنابراین اصلاح گندم برای افزایش عملکرد دانه و تحمل بیشتر نسبت به تنش‌های ناشی از تغییر اقلیم باید به‌طور مداوم انجام شود (۲٦).

گندم به‌طور معمول در سراسر جهان در شرایط آبی و دیم مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. با این حال، گندم‌هایی که در شرایط دیم پرورش داده می‌شوند، بیشتر تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند. تغییرات اقلیمی و افزایش دمای جهانی باعث کاهش منابع آبی و تشدید کمبود رطوبت خاک در طول فصل رشد گندم شده است. در چنین شرایطی، ضرورت توسعه و معرفی ارقامی از گندم که با مصرف کمتر آب همچنان عملکرد مطلوبی داشته باشند، از اهداف مهم برنامه‌های به نژادی است (۲۲).

تنوع ژنتیکی به تفاوت ژنتیکی در افراد جمعیت یک گونه گفته می‌شود که سبب تنوع در صفات گیاهان می‌شود (۲۵). وجود تنوع در گونه‌های گیاهی برای استفاده از آنها برای اصلاح گیاهان اهمیت بسیاری دارد. به‌نژادگران از منابع ژنتیکی نظیر گونه‌های وحشی، لاین‌های جهش یافته، ارقام زراعی مورد کشت و کار و سایر منابع به‌عنوان ذخایر ژنی موردنیاز خود استفاده می‌کنند (۲). این منابع، پتانسیل ارزشمندی از صفات مطلوب گیاهی را برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی فراهم می‌کنند (۳). وجود این تنوع، فرصت‌های ویژه‌ای را در اختیار به‌نژادگران قرار می‌دهد تا ژنوتیپ‌هایی با ویژگی‌های مورد نظر، مثل عملکرد بالاتر، ارزش تغذیه‌ای بیشتر و تحمل بالاتر نسبت به تنش‌های زیستی و غیر زیستی ایجاد کنند (۱۸). همچنین وجود تنوع ژنتیکی برای انتخاب صحیح والدین در برنامه‌های به‌نژادی برای دستیابی به موفقیت در برنامه‌های اصلاح گیاهان بسیار مهم است (۲).

به‌نژادگران در برنامه‌های خود برای ارزیابی تنوع ژنتیکی از نشانگرهای مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی استفاده می‌کنند، مزیت خوبی که نشانگرهای مورفولوژیک دارند این است که ارزیابی تنوع را در حضور عوامل محیطی و ژنتیکی توأم با هم انجام می‌دهند (۱۱). صفات مورفولوژیک، بیوشیمیایی و فیزیولوژیک جزو صفات کمی هستند و تحت تأثیر اثر متقابل ژنوتیپ و محیط قرار می‌گیرند، در برنامه‌های به‌نژادی، به‌نژادگران از این صفات برای ارزیابی مواد ژنتیکی استفاده می‌کنند تا اطلاعات مناسبی را درخصوص واکنش گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی به‌دست آورند (۱۵ و ۳۱). به‌دلیل گرم شدن دمای کره زمین در دهه‌های آینده، و برخورد کردن مراحل حساس رشد گندم مثل گلدهی و پرشدن دانه به دماهای بالاتر که می‌تواند منجر به کاهش محسوس عملکرد گندم شود، مطالعه چرخه زندگی گندم در برنامه‌های به‌نژادی جایگاه ویژه ای پیدا خواهد کرد (٤ و ١٤).

در مطالعه‌ای که توسط زدو و همکاران (۳۰) در گندم نان انجام شد، تنوع بسیار معنی‌داری برای همه صفات مورد مطالعه شامل روز تا خوشه‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، طول پدانکل، طول سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت مشاهده شد. ورما و همکاران (۲۹) در گندم، همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین مساحت سطح برگ با صفات ارتفاع بوته، طول سنبله، طول پدانکل و عملکرد بیولوژیک گزارش کردند. ادلوا و همکاران (۱) نیز از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای برای مطالعه ویژگی‌های فنوتیپی گندم استفاده کردند. آنها ۲۵ ژنوتیپ مورد مطالعه را به ٤ گروه تقسیم کردند. در گروه اول تا چهارم به‌ترتیب ۷، ۸، ۵ و ۵ ژنوتیپ قرار گرفت. نتایج این آزمایش نشان داد که در گروه سوم مقدار عملکرد دانه، وزن بیوماس، عملکرد دانه در مترمربع و تعداد دانه در سنبله نسبت به سایر گروه‌ها بیشتر بوده است. همچنین در گروه چهارم صفت وزن هزار دانه نسبت به سایر

**جدول ۱. مشخصات، شجره و منشاء ژنوتیپ‌های گندم دیم و آبی مورد مطالعه**

| ردیف | نام ژنوتیپ | عادت رشدی | نوع ژنوتیپ (آبی یا دیم) | شجره | منشاء |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | حیدری | بینابین | آبی | Ghk"s"/Bow"s"//90Zhong87 | ایران |
| ۲ | سیروان | بهاره | آبی | PRL/2*PASTOR | CIMMYT |
| ۳ | تیرگان | بهاره | آبی | PFAU/MILAN/5/CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/3/VEE#7/BOW/4/PASTOR | CIMMYT |
| ٤ | پیشگام | بینابین | آبی | Bkt/90-Zhong87 | ایران |
| ٥ | میهن | زمستانه | آبی | Bkt/90-Zhong87 | ایران |
| ٦ | ایوان | بینابین | دیم | Sabalan/1-27-5614 | ایران |
| ۷ | رحمت | زمستانه | دیم | PEHLIVAN/5/JUP/4/CLLF/3/II14.53/ODIN//CI13431/WA00477 | IWWIP* |
| ۸ | ریژاو | بینابین | دیم | PATO/CAL/3/7C//Bb/CNO/Sn64/4/CNO//Bad/DAR/3/KL | ایران |
| ۹ | واران | زمستانه | دیم | Azar2/87Zhong291-9 | ایران |
| ۱۰ | جام | زمستانه | دیم | MV18-2000/3/OMID//1-27-5489/C0N0D0r"s" | ایران |

*: برنامه بین‌المللی بهبود گندم زمستانه در ترکیه که تحت نظارت CIMMYTو ICARDA است

گروه‌ها بیشتر بود.

با توجه به سازگاری بیشتر ارقام دیم نسبت به ارقام آبی در شرایط خشکی و کم آبی، این مطالعه با هدف ارزیابی تنوع ژنتیکی و مقایسه صفات گیاهی این دو گروه گندم در شرایط کشت آبی انجام شد، هدف نهایی این تحقیق، شناسایی صفات مطلوب ارقام دیم و بررسی امکان استفاده از آنها به‌عنوان منابع ژنتیکی برای بهبود ارقام گندم آبی برای تحمل بیشتر آنها نسبت به کم‌آبی و تنش دمایی آخر فصل است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱٤۰۳-۱٤۰۲ در مزرعه امیران به طول و عرض ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ٥۱ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شرقی و ۱۷۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا واقع در شهرستان فلارد استان چهارمحال و بختیاری اجرا شد. شهرستان فلارد بر طبق طبقه بندی کوپن دارای اقلیم نیمه-گرمسیری با تابستان‌های گرم و خشک است. برای انجام این پژوهش، از ژنوتیپ گندم آبی و دیم که در اقلیم‌های سرد و معتدل کشور کشت می‌شوند، استفاده شد. پنج ژنوتیپ گندم آبی از مرکز تحقیقات کشاورزی استان چهارمحال و بختیاری و پنج ژنوتیپ گندم دیم از مرکز تحقیقات دیم کشور (مراغه) تهیه شد. مشخصات ژنوتیپ‌ها، شامل عادت رشد، نوع گندم (آبی یا دیم)، منشأ و شجره آن‌ها، در جدول ۱ ارائه شده است.

ژنوتیپ‌ها مذکور در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به‌صورت پاییزه در تاریخ ۱٤۰۳/۸/۲٦ کشت شدند. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به طول ۱/٥ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین، برای کاهش اثر حاشیه‌ای، یک ردیف کاشت از رقم سیروان در حاشیه طرح آزمایش کشت شد.

صفات مورد بررسی در این آزمایش **صفات فنولوژیکی** شامل تعداد روز تا گرده‌افشانی (تعداد روز از کاشت تا خروج بساک‌ها از ٥۰ درصد سنبله‌های هر تکرار)، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (.تعداد روز از کاشت تا زمان زرد شدن میانگره آخر پدانکل ٥۰ درصد بوته‌های هر تکرار)، تعداد روز تا پر شدن دانه (تفاوت تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا گرده‌افشانی)، **صفات مورفولوژیکی** شامل ارتفاع بوته (از محل

طوقه در سطح خاک تا انتهای سنبله اصلی پنج بوته بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و میانگین گزارش شد)، طول پدانکل (طول میانگره آخر پنج ساقه اصلی پس از رسیدگی برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و میانگین گزارش شد)، و ویژگی‌های برگ پرچم (طول، عرض و مساحت) اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری صفات برگ پرچم، برگ پرچم خوشه اصلی پنج بوته از هر تکرار چیده شد، و بر روی تخته سفید با یک خط‌کش قرار داده و با دوربین عکاسی، عکس گرفته شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار ImageJ اندازه‌گیری‌ها انجام شد، طول و عرض برگ پرچم بر حسب سانتی‌متر و مساحت برگ پرچم بر حسب سانتی‌متر مربع ثبت شد. همچنین **صفات عملکرد و اجزای عملکرد** شامل وزن دانه در سنبله (در هر تکرار وزن دانه سنبله اصلی پنج بوته توزین و میانگین برحسب گرم در بوته گزارش شد)، عملکرد بیولوژیک (وزن کل بخش هوایی نیم متر از دو ردیف وسط در هر تکرار آزمایش برداشت و توزین شد و بر حسب کیلوگرم در هکتار گزارش شد)، تعداد دانه در سنبله (تعداد دانه در سنبله اصلی پنج بوته شمارش شده و بر حسب میانگین گزارش شد)، وزن هزار دانه (برای هر ژنوتیپ در هر تکرار ۱۰۰۰ دانه شمارش و وزن آن بر حسب گرم ثبت شد)، شاخص برداشت (نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد گزارش شد)، تعداد پنجه در بوته (میانگین تعداد پنجه‌های پنج بوته شمارش و بر حسب میانگین گزارش شد)، طول سنبله (میانگین طول پنج سنبله اصلی در هر تکرار، از محل اتصالات با ساقه تا انتهای سنبله بدون در نظر گرفتن ریشک براساس سانتی‌متر اندازه‌گیری و میانگین گزارش شد) و عملکرد دانه (وزن دانه‌های نیم‌متر از دو ردیف وسط در هر تکرار آزمایشی توزین و بر حسب کیلوگرم در هکتار گزارش شد) نیز اندازه‌گیری شدند.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل تجزیه واریانس، مقایسات گروهی، مقایسه میانگین‌ها و بررسی همبستگی فنوتیپی از نرم‌افزار SAS 9.2 استفاده شد. همچنین گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و معیار مربع فاصله اقلیدسی، در نرم‌افزار Statgraphics انجام گرفت. علاوه بر آن، برای تعیین تعداد گروه‌ها، از آزمون $T^2$ هتلینگ و معیار توان سوم گروه‌ها (پلات CCC) در نرم‌افزار SAS 9.2 استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که برای صفات طول برگ پرچم و طول سنبله تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ های مورد مطالعه وجود نداشت ولی برای سایر صفات در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. نتایج مقایسات گروهی بین گندم‌های آبی و دیم نشان داد که تفاوت معنی‌داری برای طول برگ پرچم، طول سنبله و عملکرد بیولوژیک وجود نداشت ولی برای صفات مساحت برگ پرچم و تعداد پنجه در بوته تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و برای سایر صفات در سط احتمال ۱ درصد مشاهده شد (جدول۲).

بیشترین تعداد روز تا گرده‌افشانی متعلق به ژنوتیپ آبی میهن (۱۷۱ روز) و کمترین متعلق به ژنوتیپ دیم ریژاو (۱۶۲ روز) و سیروان (۱٦٤ روز) بود (جدول ۳). برای صفت تعداد روز تا رسیدگی، ژنوتیپ‌های آبی میهن (۲۰۸ روز) و حیدری (۲۰۹ روز) بیشترین و ژنوتیپ ریژاو (۱۹۸ روز) کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). میزان اختلاف میانگین ژنوتیپ‌های گندم‌های آبی و دیم برای این صفت ۲۱ روز بود که نشان از دیررس‌تر بودن اکثر ژنوتیپ‌های آبی نسبت به ژنوتیپ‌های دیم است. همچنین ژنوتیپ دیم ریژاو به‌عنوان زودرسترین ژنوتیپ شناخته شد (جدول ۳). دو صفت تعداد روز از کاشت تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی اغلب برای زوردرسی مطرح هستند (۱۹). اصلاح ارقام جدید گندم که گلدهی و رسیدگی زودتری داشته باشند دارای اهمیت هستند (۱۸) زیرا آب کمتری برای تولید آنها لازم است. ژنوتیپ‌های آبی سیروان (٤۳ روز) و حیدری (۳۹/۷ روز) بیشترین تعداد

**جدول ۲. تجزیه واریانس و مقایسه گروهی برای صفات مورد مطالعه**

| منابع تغییر | درجه آزادی | تعداد روز تا گرده‌افشانی | تعداد روز تا رسیدگی | تعداد روز تا پرشدن دانه | ارتفاع بوته | طول پدانکل | طول برگ پرچم | عرض برگ پرچم | مساحت برگ پرچم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۳ | ۴/۴* | ۲/۵۵۸ns | ۰/۸۹ns | ۴۷/۷** | ۶/۰۸ns | ۸/۰۴ns | ۰/۰۴* | ۸۲/۴ns |
| ژنوتیپ | ۹ | ۳۲/۵** | ۶۲/۴** | ۵۱/۶** | ۱۹۰۰** | ۲۷۹** | ۱۱/۲ns | ۰/۳۵** | ۱۷۵** |
| گندم آبی در برابر دیم | ۱ | ۱۶/۹** | ۶۵/۰** | ۱۴۸** | ۲۵۸۳** | ۴۱۶** | ۱/۴۸ns | ۰/۹۳** | ۲۲۱* |
| خطا | ۲۷ | ۱/۲۷ | ۱/۱۵ | ۲/۳۹ | ۶/۹۳ | ۱۰/۹ | ۶/۵۴ | ۰/۰۱۲ | ۳۱/۰ |
| CV (%) | | ۰/۶۷ | ۰/۵۲ | ۴/۲۳ | ۲/۳۷ | ۷/۷۳ | ۱۲/۵ | ۷/۲۰ | ۲۲/۳ |

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

| منابع تغییر | درجه آزادی | وزن دانه در سنبله | عملکرد بیولوژیک | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | شاخص برداشت | تعداد پنجه در بوته | طول سنبله | عملکرد دانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۳ | ۰/۱۱* | ۹۴۱۳ns | ۸/۵۲ns | ۰/۵۴ns | ۱/۱۶ns | ۱/۰۵ns | ۰/۴۰ns | ۳۶۹۸۸ns |
| ژنوتیپ | ۹ | ۱/۴۸** | ۵۳۸۰۶۴۱** | ۸۱۶** | ۳۲/۳** | ۳۰۰** | ۲/۵۹** | ۰/۲۲ns | ۳۷۲۹۰۲۷** |
| گندم آبی در برابر دیم | ۱ | ۴/۴۶** | ۷۱۳۱۸ns | ۱۹۹۸** | ۵۹/۷** | ۴۶۶** | ۳/۴۸* | ۰/۰۰۶ns | ۵۳۶۵۵۶۲** |
| خطا | ۲۷ | ۰/۰۴ | ۲۵۲۳۱ | ۶/۶۱ | ۴/۰۶ | ۰/۶۱ | ۰/۶۴ | ۰/۱۷ | ۹۴۶۹۴ |
| CV (%) | | ۸/۵۸ | ۲/۲۴ | ۹/۶۱ | ۴/۲۱ | ۲/۳۳ | ۱۰/۹ | ۴/۲۹ | ۱۱/۵ |

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ درصد

روز تا پرشدن دانه و کمترین را ژنوتیپ‌های دیم جام (۳۲ روز)، رحمت و واران (۳۲/۵ روز) به خود اختصاص دادند. میزان اختلاف میانگین ژنوتیپ‌های آبی نسبت به دیم ۲/۸۵ روز برای صفت تعداد روز تا پر شدن دانه بود که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های آبی مورد مطالعه طول دوره پر شدن دانه طولانی‌تری دارند. همه ژنوتیپ‌های دیم مورد ارزیابی طول دوره پرشدن دانه کمتری نسبت به ژنوتیپ‌های آبی داشتند (جدول ۳). در این ارتباط، سابیت و همکاران (۲۴) نیز تنوع بالایی را برای روز تا غلاف رفتن، روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی و طول دوره پرشدن دانه در گندم نان گزارش کردند.

با توجه به افزایش دمای کره زمین و همزمانی مراحل حساس رشد گندم به دماهای بالا، یکی از راهکارهای مهم به‌نژادی برای رفع این مشکل، زودرسی و طول دوره پرشدن کوتاه بود که در این مطالعه نشان داده شد ژنوتیپ‌های دیم مورد مطالعه دارای برتری بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های آبی برای این صفات مهم کلیدی به‌منظور فرار از خشکی و دمای بالای آخر فصل بود.

بیشترین ارتفاع بوته را ژنوتیپ‌های دیم واران (۱۴۱ سانتی‌متر) و جام (۱۳۹ سانتی‌متر) دارا بودند. همچنین ژنوتیپ‌های آبی پیشگام، میهن، حیدری، سیروان به‌ترتیب ۸۹/۱، ۸۹/۷،

**جدول ۳. مقایسه میانگین و میزان اختلاف میانگین‌های ژنوتیپ‌های گندم آبی در مقابل دیم**

| ژنوتیپ | تعداد روز تا گرده‌افشانی (روز) | تعداد روز تا رسیدگی (روز) | تعداد روز تا پر شدن دانه (روز) | ارتفاع بوته (سانتی‌متر) | طول پدانکل (سانتی‌متر) | طول برگ پرچم (سانتی‌متر) | عرض برگ پرچم (سانتی‌متر) | مساحت برگ پرچم (سانتی‌متر مربع) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایوان | ۱۶۹ | ۲۰۴ | ۳۵/۷ | ۱۳۱ | ۵۸/۴ | ۱۸/۳ | ۱/۳۵ | ۲۰/۲ |
| رحمت | ۱۷۱ | ۲۰۳ | ۳۲/۵ | ۱۲۸ | ۴۲ | ۱۹/۳ | ۱/۰۵ | ۱۵/۹ |
| جام | ۱۶۸ | ۲۰۰ | ۳۲ | ۱۳۹ | ۵۰/۴ | ۱۹/۶ | ۱/۲۴ | ۱۸/۷ |
| ریژاو | ۱۶۲ | ۱۹۸ | ۳۵/۲ | ۱۰۵ | ۴۴/۳ | ۲۰/۹ | ۱/۳۹ | ۲۲/۳ |
| واران | ۱۶۷ | ۱۹۹ | ۳۲/۵ | ۱۴۱ | ۵۲ | ۱۷/۴ | ۱/۷ | ۱۹/۰ |
| پیشگام | ۱۶۹ | ۲۰۸ | ۳۸/۵ | ۸۹/۱ | ۳۵/۶ | ۲۱/۸ | ۱/۸۴ | ۳۰/۸ |
| تیرگان | ۱۶۵ | ۲۰۴ | ۳۸/۵ | ۱۰۰ | ۳۸/۵ | ۲۰/۵ | ۱/۷۶ | ۲۹/۶ |
| سیروان | ۱۶۴ | ۲۰۷ | ۴۳ | ۹۲/۴ | ۳۴/۸ | ۲۱/۴ | ۱/۷۱ | ۲۵/۶ |
| حیدری | ۱۶۹ | ۲۰۹ | ۳۹/۷ | ۹۱/۳ | ۳۶/۵ | ۲۱/۶ | ۱/۸۱ | ۳۱/۲ |
| میهن | ۱۷۱ | ۲۰۸ | ۳۷/۵ | ۸۹/۷ | ۳۴/۶ | ۲۲/۷ | ۱/۸۴ | ۳۵/۶ |
| اختلاف میانگین[1] | ۰/۳۵ | ۲۱ | ۲/۸۵ | -۳۶/۸ | -۱۳/۴ | ۲/۵۲ | ۰/۴۵ | ۱۱/۳ |
| LSD | ۱/۶۳ | ۱/۵۵ | ۲/۲۴ | ۳/۸۲ | ۳۴/۶ | ۳/۷۱ | ۰/۱۵ | ۸/۰۸ |

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشابه دارند در آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند

اختلاف میانگین[1]: میزان اختلاف میانگین گندم های آبی نسبت به گندم‌های دیم

| ژنوتیپ | وزن دانه در سنبله (گرم) | عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه (گرم)۰ | شاخص برداشت (درصد) | تعداد پنجه در بوته | طول سنبله (سانتی‌متر) | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ایوان | ۱/۶۴ | ۹۰۱۰ | ۳۹/۳ | ۵۰/۲ | ۲۰/۱ | ۶/۳۵ | ۹/۸۰ | ۱۸۱۶ |
| رحمت | ۱/۶۱ | ۷۱۹۰ | ۲۹ | ۵۰/۷ | ۲۶/۹ | ۶/۵ | ۹/۲۵ | ۱۹۴۳ |
| جام | ۱/۵۸ | ۷۵۱۸ | ۳۲/۵ | ۵۰/۸ | ۲۶/۵ | ۶/۴ | ۹/۵۹ | ۱۵۴۶ |
| ریژاو | ۱/۸۱ | ۶۵۱۳ | ۳۵/۷ | ۴۸/۳ | ۳۶/۸ | ۷/۴۲ | ۹/۴۰ | ۲۳۹۹ |
| واران | ۱/۸۳ | ۶۱۴۲ | ۳۵/۳ | ۴۹/۲ | ۲۲/۲ | ۶/۶۲ | ۹/۴۶ | ۱۳۶۶ |
| پیشگام | ۲/۸۷ | ۸۳۸۳ | ۶۳/۵ | ۴۲/۳ | ۴۰/۴ | ۷/۳۷ | ۹/۸۶ | ۳۳۹۳ |
| تیرگان | ۲/۶۴ | ۸۲۳۲ | ۵۸/۱ | ۴۶/۱ | ۳۷/۷ | ۸/۰۲ | ۹/۸۱ | ۳۱۰۵ |
| سیروان | ۲/۶۳ | ۸۰۰۳ | ۵۱/۴ | ۴۹/۶ | ۴۳/۸ | ۸/۲۵ | ۹/۳۷ | ۳۵۰۶ |
| حیدری | ۲/۹۹ | ۹۴۱۸ | ۶۳/۳ | ۴۵/۸ | ۴۰/۶ | ۷/۸۰ | ۹/۶۱ | ۳۸۲۷ |
| میهن | ۲/۹۷ | ۹۵۲۵ | ۶۴/۳ | ۴۵/۲ | ۴۰/۲ | ۸/۴۵ | ۹/۹۵ | ۳۸۳۰ |
| اختلاف میانگین[1] | ۱/۱۳ | ۱۴۳۷ | ۲۵/۷ | -۴ | ۱۴/۰ | ۱/۳۲ | ۰/۲۲ | ۱۷۱۸ |
| LSD | ۰/۲۸ | ۲۷۲ | ۴/۴۹ | ۲/۹۲ | ۱/۱۳ | ۱/۱۶ | ۰/۵۹ | ۴۴۶ |

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشابه دارند در آزمون LSD تفاوت معنی‌دار ندارند

اختلاف میانگین[1]: میزان اختلاف میانگین گندم های آبی نسبت به گندم‌های دیم

۹۱/۳ و ۹۲/٤ سانتی‌متر کمترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۳). برای صفت ارتفاع بوته اختلاف میانگین گندم‌های آبی نسبت به دیم ۳٦/۸ سانتی‌متر بود که بیانگر این نکته است که ژنوتیپ‌ها آبی کوتاه‌تر از ژنوتیپ‌های دیم می‌باشند. علاوه بر آن، گزارش شده است که ژنوتیپ‌های جدید گندم نسبت به ژنوتیپ‌های قدیمی دارای ارتفاع کوتاه‌تر می‌باشند، که‌این کاهش ارتفاع باعث افزایش عملکرد و بهره‌وری بیشتر آنها در سطح می شود (۱۲). در مطالعه حاضر مشخص شد که ژنوتیپ‌های دیم دارای ارتفاع بیشتر و عملکرد کمتری نسبت به ژنوتیپ‌های آبی می‌باشند (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین نیز نشان داد بیشترین طول پدانکل متعلق به ژنوتیپ دیم ایوان (٥۸/٤ سانتی‌متر) و ژنوتیپ‌های آبی میهن، سیروان، پیشگام و حیدری به‌ترتیب ۳٤/٦، ۳٤/۸، ۳٥/٦ و ۳٦/٥ سانتی‌متر کمترین میزان طول پدانکل را دارا بودند (جدول۳ ). با کاهش میزان طول پدانکل ژنوتیپ‌های گندم، دانه‌های بیشتری در هر سنبله ایجاد و باعث افزایش میزان تولید گندم می‌شوند (۱۷). در این مطالعه هم مشخص شد که گندم‌های آبی مورد مطالعه طول پدانکل کوتاه‌تری و تعداد دانه بیشتری در هر سنبله نسبت به گندم‌های‌دیم داشته‌اند (جدول ۳).

بیشترین میزان عرض برگ پرچم متعلق به ژنوتیپ‌های آبی مورد مطالعه (تیرگان، سیروان، پیشگام، حیدری و میهن) و کمترین متعلق به ژنوتیپ‌های دیم (ایوان، جام، ریژاو و وارن) بود (جدول ۳). در مجموع ژنوتیپ‌های آبی ۲/٦۷ سانتی‌متر نسبت به دیم عرض برگ پرچم بزرگ‌تر داشتند (جدول ۳). ژنوتیپ آبی میهن با ۳٥/٦ سانتی‌مترمربع بیشترین مساحت برگ پرچم و کمترین میزان را ژنوتیپ دیم رحمت با ۱٥/۹ سانتی‌متر مربع دارا بود (جدول ۳). در کل، ژنوتیپ‌های آبی ۱۱/۳ سانتی-مترمربع بیشتر از ژنوتیپ‌های دیم مساحت برگ پرچم داشته‌اند که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های آبی سطح فتوسنتری برگ پرچم بیشتری دارند و میزان آب بیشتری را هم از طریق تعرق از دست می‌دهند (جدول ۳). سابیت و همکاران (۲٤) در مطالعه خود بر روی گندم نان برای صفات ارتفاع بوته، طول پدانکل، عرض برگ پرچم تنوع مشاهده کرده‌اند. ال راوی و حسن (٦) نیز در مطالعه خود تنوع بالایی برای مساحت برگ پرچم گندم گزارش کردند.

بیشترین وزن دانه در سنبله متعلق به ژنوتیپ‌های آبی حیدری و میهن و کمترین متعلق به ژنوتیپ‌های دیم مورد مطالعه (ایوان، رحمت، جام، ریژاو و وارن) بود (جدول ۳). میزان اختلاف میانگین‌ها برای وزن دانه در سنبله، ۱/۱۳ گرم بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک متعلق به ژنوتیپ‌های آبی میهن و حیدری (۹٥۲٥ و ۹٤۱۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار متعلق به ژنوتیپ واران (٦۱٤۲ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله برای ژنوتیپ‌های آبی پیشگام (٦۳/٥ دانه)، حیدری (٦۳/۳ دانه) و میهن (٦٤/۳ دانه) بالاترین مقدار و برای ژنوتیپ دیم رحمت (۲۹ دانه) بود. میزان اختلاف میانگین‌ها برای تعداد دانه در سنبله، ۲٥/۷ دانه بود که نشان می‌دهد، ژنونیپ‌های آبی مورد مطالعه بیشتر از ژنوتیپ‌های دیم دانه در سنبله داشته‌اند (جدول ۳). برای صفت وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها دیم جام، رحمت، ایوان و واران به-ترتیب ٥۰/۸، ٥۰/۷، ٥۰/۲ و ٤۹/۲ گرم و ژنوتیپ آبی سیروان ٤۹/٦ گرم دارای بیشترین مقدار، و کمترین مقدار را نیز ژنوتیپ آبی پیشگام (٤۲/۳ گرم) به خود اختصاص داد (جدول ۳). اختلاف میانگین بین گندم‌های دیم و آبی نشان داد،که ژنوتیپ-های آبی وزن هزار دانه کمتر (٤ گرم کمتر) نسبت به ژنوتیپ-های دیم داشتند (جدول ۳). ژنوتیپ آبی سیروان دارای بالاترین شاخص برداشت (٤۳/۸ درصد) و کمترین شاخص برداشت نیز متعلق به ژنوتیپ دیم ایوان (۲۰/۱ درصد) بود (جدول ۳). میزان اختلاف میانگین شاخص برداشت بین ژنوتیپ‌های آبی و دیم نشان داد که ژنوتیپ‌های آبی شاخص برداشت بالاتری دارند (جدول ۳). بیشترین تعداد پنجه در بوته متعلق به ژنوتیپ‌های آبی تیرگان، سیروان، حیدری و میهن و کمترین تعداد متعلق به ژنوتیپ‌های دیم ایوان، رحمت، جام و وارن بود (جدول ۳). میزان اختلاف میانگین بین ژنوتیپ‌های آبی و دیم نشان داد که ژنوتیپ‌های آبی ۱/۳۲ پنجه بیشتر از ژنوتیپ‌های

دیم داشته‌اند (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه به‌ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های آبی میهن و حیدری ۳۸۳۰ و ۳۸۲۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن متعلق به ژنوتیپ‌های دیم واران ۱۳٦٦ کیلوگرم بود (جدول ۳). میزان اختلاف میانگین گندم‌های آبی نسبت به دیم برای عملکرد دانه ۱۷۱۸ کیلوگرم بیشتر بود، که نشان می‌دهد احتمالاً ژنوتیپ‌ها آبی پتانسیل تولید بیشتری دارند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنوع قابل‌توجهی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه وجود دارد همچنین مقایسات گروهی مشخص کرد که ارقام دیم مورد مطالعه از لحاظ صفات فنولوژیکی شامل زودرسی و طول دوره پرشدن دانه، همچنین وزن هزار دانه نسبت به ارقام آبی برتری قابل‌توجهی دارند. زمانی که گیاهان در شرایط تنش خشکی و دمای بالا قرار بگیرند عملکرد آنها کاهش پیدا می‌کند (۸). یکی از راهکارهایی که گندم به این شرایط سازگاری پیدا کند، از طریق تغییر در صفات فنولوژیک است (۱۳). پس شاید بتوان با انتقال صفات فنولوژیک ارقام گندم دیم (زودرسی و طول دوره پرشدن دانه) به ارقام گندم آبی از طریق روش‌های به‌نژادی باعث سازگاری بهتر ارقام آبی به دماهای بالا و تنش خشکی آخر فصل شد.

نتایج همبستگی فنوتیپی بین صفات در جدول ٤ ارائه شده است. صفت ارتفاع بوته با صفات طول پدانکل و وزن هزار دانه ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت، که نشان از آن دارد که اگر ارتفاع بوته افزایش یابد طول پدانکل و وزن هزار دانه هم افزایش می‌یابند، همچنین این صفت با اکثر صفات مورد مطالعه شامل تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا پرشدن دانه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، مساحت برگ پرچم، وزن دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، تعداد پنجه در بوته و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری داشت، که بیانگر این مطلب است که هر چقدر ارتفاع بوته افزایش یابد این صفات کاهش پیدا می‌کنند. ارتفاع بوته، یکی از صفات مهم در گندم است، که در عملکرد گیاه نقش مؤثری ایفا می‌کند، زمانی که ارتفاع گندم به یک حد معینی برسد به‌علت کاهش حرکت کربوهیدرات‌ها به سمت اندام‌ها تولید مثلی برای تشکیل دانه، باعث کاهش در عملکرد دانه می‌شود (۲۱). علاوه بر این، معمولاً ارقام پابلند حساس به ورس هستند و نمی‌توان برای افزایش عملکرد به آنها کود زیادی داد، پس می‌توان نتیجه گرفت که در طی برنامه‌های به‌نژادی باید به دنبال تنوع برای کاهش ارتفاع بوته باشیم.

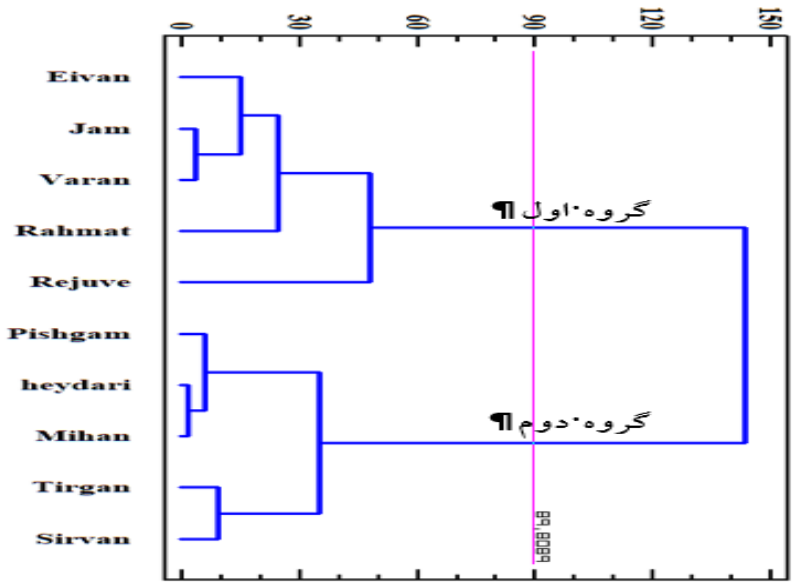
برای صفت طول پدانکل با صفات تعداد روز تا گرده‌افشانی و طول سنبله ارتباطی معنی‌دار مشاهده نشد، همچنین این صفت (طول پدانکل) با صفات وزن هزار دانه و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت، و با سایر صفات مورد مطالعه در این آزمایش همبستگی منفی و معنی‌داری وجود داشت، و مشخص شد که با افزایش صفت طول پدانکل این صفات کاهش می یابند.

طول برگ پرچم با تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا پرشدن دانه، عرض برگ پرچم، مساحت برگ پرچم، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، تعداد پنجه در بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. دو صفت عرض برگ پرچم و مساحت برگ پرچم با صفت وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌داری داشته‌اند، برای این دو صفت با صفات تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا پرشدن دانه، وزن دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، تعداد پنجه در بوته و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد، ضمن اینکه عرض برگ پرچم هم با صفت مساحت برگ پرچم همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. گزارش شد است (١٦). صفات برگ پرچم گندم بر روی سایر صفات زراعی مؤثر هستند، زیرا مورفولوژی بهینه سطح برگ باعث بهبود جذب نور خورشید می‌شود که افزایش فتوسنتز را در پی خواهد داشت. با توجه به اینکه برگ پرچم در پر شدن دانه گندم نقش تعیین کننده دارد، پس در برنامه‌های به‌نژادی، با بهبود صفات برگ پرچم می‌توان باعث افزایش عملکرد گندم شد.

**جدول ٤. همبستگی بین صفات مورد مطالعه**

| صفات | ۱ | ۲ | ۳ | ٤ | ٥ | ٦ | ۷ | ۸ | ۹ | ۱۰ | ۱۱ | ۱۲ | ۱۳ | ۱٤ | ۱٥ | ۱٦ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد روز تا گرده‌افشانی(۱) | ۱ | | | | | | | | | | | | | | | |
| تعداد روز تا رسیدگی (۲) | ۰/٤٥** | ۱ | | | | | | | | | | | | | | |
| تعداد روز تا پرشدن دانه(۳) | -۰/۳۱** | ۰/۷** | ۱ | | | | | | | | | | | | | |
| ارتفاع بوته (٤) | ۰/۱۱ | -۰/٦٦** | -۰/۸۰** | ۱ | | | | | | | | | | | | |
| طول پدانکل (٥) | -۰/۰۲ | -۰/٥٦** | -۰/٥۸** | ۰/۸۱** | ۱ | | | | | | | | | | | |
| طول برگ پرچم (٦) | ۰/۰۳ | ۰/۳٥* | ۰/۳٤* | -۰/٥۱** | -۰/٥٦** | ۱ | | | | | | | | | | |
| عرض برگ پرچم (۷) | ۰/۰۰٥ | ۰/٦۷** | ۰/۷۱** | -۰/۸۲** | -۰/٦٥** | ۰/٦۲** | ۱ | | | | | | | | | |
| مساحت برگ پرچم (۸) | ۰/۱٦ | ۰/٥٤** | ۰/٤٤** | -۰/٦٦** | -۰/٥۷** | ۰/۷۷** | ۰/۸۸** | ۱ | | | | | | | | |
| وزن دانه در سنبله (۹) | ۰/۱٤ | ۰/۷۳** | ۰/٦٦** | -۰/۸۳** | -۰/۷٦** | ۰/٤۹** | ۰/۸۸** | ۰/۷٦** | ۱ | | | | | | | |
| عملکرد بیولوژیک (۱۰) | ۰/٤۳** | ۰/۸٤** | ۰/٥٤** | -۰/٥٥** | -۰/۳۲* | ۰/۳۰ | ۰/٦۱** | ۰/٥۱** | ۰/٦۱** | ۱ | | | | | | |
| تعداد دانه در سنبله (۱۱) | ۰/۱٥ | ۰/۷۹** | ۰/۷۱** | -۰/۸۳** | -۰/٦۸** | ۰/٤٥** | ۰/۹۰** | ۰/۷۳** | ۰/۹٤** | ۰/۷۳** | ۱ | | | | | |
| وزن هزار دانه (۱۲) | -۰/۰۹ | -۰/٤۹** | -۰/٤٤** | ۰/٦۳** | ۰/٥٥** | -۰/۲٥ | -۰/٦٤** | -۰/٤۸** | -۰/٦۰** | -۰/۳۸* | -۰/۷۱** | ۱ | | | | |
| شاخص برداشت (۱۳) | -۰/۲۱ | ۰/٥٤** | ۰/۷٤** | -۰/۹۳** | -۰/۸۷** | ۰/٥٥** | ۰/۷۷** | ۰/٦۱** | ۰/۸۰** | ۰/۳۸* | ۰/۷٥** | -۰/٥٤** | ۱ | | | |
| تعداد پنجه در بوته (۱٤) | -۰/۱٥ | ۰/٤٤** | ۰/٥۹** | -۰/٦٥** | -۰/٥۹** | ۰/۳٥* | ۰/٥٦** | ۰/٤٤** | ۰/٥۸** | ۰/۳٤* | ۰/٦۱** | -۰/۳۳* | ۰/٦٤** | ۱ | | |
| طول سنبله (۱٥) | ۰/۱۹ | ۰/۲۷ | ۰/۱۳ | -۰/۲۲ | ۰/۰٤ | ۰/۰۰۱ | ۰/۲۱ | ۰/۲۱ | ۰/۱٥ | ۰/۳۷* | ۰/۲۸ | -۰/۱۷ | ۰/۰۸ | ۰/۰۷ | ۱ | |
| عملکرد دانه (۱٦) | ۰/۰٥ | ۰/۷٦** | ۰/۷٦** | -۰/۹۱** | -۰/۷۹** | ۰/٥۲** | ۰/۸۳** | ۰/٦۸** | ۰/۸۷** | ۰/٦٥* | ۰/۸۷** | -۰/٥۹** | ۰/۸۸** | ۰/٦٥** | ۰/۲٥ | ۱ |

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ درصد و ۱٪ درصد می‌باشد.




**شکل ۱. دندورگرام حاصل از تجزیه خوشه ای برای صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ های گندم آبی و دیم**

صفت عملکرد دانه با صفات فنولوژیک شامل تعداد روز تا رسیدگی و تعداد روز تا پر شدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. در مطالعه حاضر، عملکرد دانه با صفات وزن دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت و تعداد پنجه در بوته نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار و با صفت وزن هزار دانه همبستگی منفی و معنی‌داری داشته است. این نتایج و نتایج محققین دیگر نشان می‌دهد انتخاب مستقیم در برنامه‌های اصلاحی برای صفت عملکرد دانه به‌دلیل ارتباط عملکرد دانه با صفات مختلف موفقیت آمیز نیست (۲۳). بنابراین درک ماهیت ژنتیکی صفاتی که با عملکرد ارتباط دارند برای موفقیت در برنامه‌های به‌نژادی مهم هستند (۲۰)، که می‌توان با انتخاب غیر مستقیم این صفات باعث بهبود عملکرد دانه شد. در پژوهش ایوانز و واردلو (۷) گزارش شد که در گندم افزایش عملکرد به‌دلیل افزایش شاخص برداشت بوده است.

در مطالعه حاضر، تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به دو گروه مجزا تقسیم کرد (شکل ۱) در گروه اول پنج ژنوتیپ دیم مورد مطالعه (ایوان، رحمت، جام، ریژاو و واران) و در گروه دوم پنج ژنوتیپ آبی مورد مطالعه (پیشگام، تیرگان، سیروان، حیدری و میهن) قرار گرفتند که نشان از آن دارد که ژنوتیپ‌ها دیم و آبی از لحاظ صفات اندازه‌گیری با همدیگر متفاوت هستند. برای مشخص شدن تفاوت معنی‌دار بین گروه‌ها به‌دلیل اینکه تعداد ژنوتیپ‌ها در هر گروه مساوی بود از طرح کاملاً تصادفی متعادل استفاده شد به‌طوری‌که گروه اول و دوم به‌عنوان تیمار و ژنوتیپ‌ها در هر گروه به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شدند و برای مشخص شدن اینکه هر گروه دارای چه خصوصیات ویژه و برتری از گروه دیگر است از مقایسات میانگین با استفاده از آزمون دانکن استفاده شد (جدول ۵). نتایج نشان داد که دو گروه برای تمام صفات به جز دو صفت تعداد روز تا گرده‌افشانی و طول سنبله تفاوت معنی‌داری داشتند. نتایج مقایسات میانگین گروه‌ها نشان داد (جدول ۵) که گروه اول (ژنوتیپ‌های دیم) بیشترین ارتفاع بوته، طول پدانکل و وزن هزار دانه را داشتند، همچنین این گروه کمترین تعداد روز تا رسیدگی و طول پر شدن دانه را به خود اختصاص داد. در گروه دوم (ژنوتیپ های آبی) بیشترین تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز

**جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس و مقایسات میانگین گروه ها**

| صفات | واریانس | خطا | CV | گروه ۱ | گروه ۲ |
|---|---|---|---|---|---|
| تعداد روز تا گرده‌افشانی | ۰/۳۰ ns | ۹/۰۹ | ۱/۷۹ | ۱٦۷ a | ۱٦۷ a |
| تعداد روز تا رسیدگی | ۸۸/۵ ** | ۵/۵ | ۱/۱٤ | ۲۰۱ b | ۲۰۷ a |
| تعداد روز تا پرشدن دانه | ۸۵/۵ ** | ۳/۸۲ | ۵/۳۵ | ۳۳/٦ b | ۳۹/٤ a |
| ارتفاع بوته | ٤٤۸ ** | ۲۲/۵ | ۱۱/۱ | ٤۹/٤ a | ۳٦/۰ b |
| طول پدانکل | ۳۳۸۷ ** | ۱۱۱ | ۹/۵ | ۱۲۹ a | ۹۲/۵ b |
| طول برگ پرچم | ۱۵/۷ ** | ۵۱/۲ | ۵/۳٤ | ۱۹/۱ b | ۲۱/٦ a |
| عرض برگ پرچم | ۰/۷۱ ** | ۰/۰۱ | ٦/٦۹ | ۱/۲٦ b | ۱/۷۹ a |
| مساحت برگ پرچم | ۳۲۱ ** | ۹/۱۱ | ۱۲/۱ | ۱۹/۲ b | ۳۰/٦ a |
| وزن دانه در سنبله | ۳/۱۵ ** | ۰/۰۲ | ٦/۵٦ | ۱/٦۹ b | ۲/۸۲ a |
| عملکرد بیولوژیک | ۵۱٦۰۹۸۵ ** | ۸٦۷۹٤٤ | ۱۱/٦ | ۷۲۷٤ b | ۸۷۱۱ a |
| تعداد دانه در سنبله | ۱٦۵۸ ** | ۲۲/۳ | ۱۰ | ۳٤/۳ b | ٦۰/۱ a |
| وزن هزار دانه | ٤۰/۳ * | ٤/۹ | ٤/۱۹ | ٤۹/۸ a | ٤۵/۸ b |
| شاخص برداشت | ٤۹۱ ** | ۲۳/۰ | ۱٤/۳ | ۲٦/۵ b | ٤۰/٤ a |
| تعداد پنجه در بوته | ٤/۳۵ ** | ۰/۱۸ | ۵/۸۵ | ٦/٦۵ b | ۷/۹۷ a |
| طول سنبله | ۰/٤٤ ns | ۰/۲۱ | ٤/۸۲ | ۹/۳۰ a | ۹/۷۲ a |
| عملکرد دانه | ۷۳۸۰۵۲۸ ** | ۱۲٦۱۹٤ | ۱۳/۳ | ۱۸۱٤ b | ۳۵۳۲ a |

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

تا پرشدن دانه، طول، عرض و مساحت برگ پرچم، وزن دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، تعداد پنجه در بوته و عملکرد دانه ثبت شد. از آنجایی که ژنوتیپ‌های آبی و دیم مورد مطالعه از لحاظ صفات فنولوژی، مورفولوژی و عملکرد و اجزاء عملکرد تفاوت‌های قابل‌توجهی داشتند، می‌توان با تلاقی آنها در برنامه‌ها هیبریداسیون به هیبریدهای جدید دست یافت. همچنین، به‌دلیل تنوع بالایی که این تلاقی‌ها در طی نسل‌های در حال تفکیک برای صفات مذکور ایجاد می‌کنند، احتمالاً می‌توان انتظار داشت که به ژنوتیپ‌های جدید با ویژگی‌های مطلوب دست یافت.

فواد (۹) در مطالعه خود از تجزیه خوشه‌ای برای گروه‌بندی ۲۲ ژنوتیپ گندم نان بر اساس صفات فنولوژیکی و فنوتیپی استفاده کرد، که ژنوتیپ‌ها را به پنج گروه مجزا بر اساس میانگین صفات مورد مطالعه تقسیم کرد، در پژوهشی دیگر (۱۰) برای گروه‌بندی ۳۵ ژنوتیپ (گندم تجاری و ارقام محلی) بر اساس صفات مورفولوژیک و زراعی از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد، که چهار گروه شناسایی شد، که به‌ترتیب در هر گروه ۵، ٦، ۱۷، ۷ ژنوتیپ قرار گرفت.

## نتیجه‌گیری کلی

در مطالعه حاضر، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در بین ژنوتیپ‌ها برای تمام صفات مورد مطالعه بجز طول سنبله و طول برگ پرچم تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین نتایج مقایسات گروهی نشان داد که برای همه صفات مورد سنجش در مطالعه بجز سه صفت طول برگ پرچم، عملکرد بیولوژیک و طول سنبله برای سایر صفات تفاوت معنی‌داری بین ارقام دیم و آبی وجود دارد. نتایج نشان داد که ارقام دیم زودرس‌تر و طول

دوره پرشدن دانه کمتری دارند و در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ دیم ریژاو زودرس‌ترین ژنوتیپ و دارای بیشترین عملکرد دانه در بین ارقام دیم بود. ژنوتیپ‌های دیم سطح برگ پرچم کمتری داشتند که باعث می‌شود آب کمتری را هم از طریق تعرق از دست بدهند. پس می‌توان نتیجه گرفت که سه ویژگی زودرسی، طول دوره پر شدن دانه کمتر و سطح برگ پرچم کمتر ارقام گندم دیم احتمالاً می‌تواند دلایل متحمل‌تر شدن آنها نسبت به خشکی در مقایسه با ارقام گندم آبی باشد. دو صفت ارتفاع بوته و طول پدانکل با اکثر صفات اقتصادی ارتباط منفی و معنی‌داری داشتند که بیانگر این واقعیت است که با کاهش این دو صفت می‌توان تولید گندم را در واحد سطح افزایش داد و در نهایت، تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را به دو گروه دیم و آبی تقسیم کرد، که ژنوتیپ‌های دیم بیشترین ارتفاع بوته، طول پدانکل و وزن هزار دانه را داشتند و ژنوتیپ‌های آبی بیشترین تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا پرشدن دانه، طول، عرض و مساحت برگ پرچم، وزن دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، شاخص برداشت، تعداد پنجه در بوته و عملکرد دانه را دارا بودند، که نشان از آن دارد که ارقام دیم و آبی احتمالاً برای اکثر صفات با همدیگر تفاوت دارند که می‌توان با تلاقی دادن ارقام دیم و آبی باعث ایجاد جامعه متنوع شد.

## منابع مورد استفاده


1. Adilova, S. S., D. E. Qulmamatova, S. K. Baboev, T. A. Bozorov and A. I. Morgunov. 2020. Multivariate cluster and principle component analyses of selected yield traits in uzbek bread wheat cultivars. *American Journal of Plant Sciences* 11(06): 903-912.
2. Bhandari, H., A. N. Bhanu, K. Srivastava, M. Singh and H. A. Shreya. 2017. Assessment of genetic diversity in crop plants-an overview. *Advances in Plants & Agriculture Research* 7(3): 279-286.
3. Brown, A. H. D., O. H. Frankel, D. Marshall and J. T. Williams. 1989. The use of plant genetic resources. *Journal of Ecology* 77(4): 1175-1176.
4. Cann, D. J., J. R. Hunt, K. D. Porker, F. A. Harris, A. Rattey and J. Hyles. 2023. The role of phenology in environmental adaptation of winter wheat. *European Journal of Agronomy* 143: 126686.
5. El-Mouhamady, A. B. A., M. M. El-Hawary and M. A. F. Habouh. 2023. Transgenic wheat for drought stress tolerance. *Middle East Journal of Agriculture Research* 12(1): 77-94.
6. El-Rawy, M. A. and M. I. Hassan. 2021. Assessment of genetic diversity in durum and bread wheat genotypes based on drought tolerance and SSR markers. *Plant Breeding and Biotechnology* 9(2): 89-103.
7. Evans, L. T. and I. F. Wardlaw. 2017. Wheat. In photoassimilate distribution plants and crops source-sink relationships. pp. 501-518, In: L. T. Evans (ed.), New York and Melbourne, Cambridge University Press, London.
8. Flohr, B. M., J. R. Hunt, J. A. Kirkegaard and J. R. Evans. 2017. Water and temperature stress define the optimal flowering period for wheat in south-eastern Australia. *Field Crops Research* 209: 108-119.
9. Fouad, H. 2020. Principal component and cluster analyses to estimate genetic diversity in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Journal of Plant Production* 11(4): 325-331.
10. Gharib, M., N. Qabil, A. Salem, M. Ali, H. Awaad and E. Mansour. 2021. Characterization of wheat landraces and commercial cultivars based on morpho-phenological and agronomic traits. *Cereal Research Communications* 49: 149-159.
11. Govindaraj, M., M. Vetriventhan and M. Srinivasan. 2015. Importance of genetic diversity assessment in crop plants and its recent advances: an overview of its analytical perspectives. *Genetics research international* 431487(1): 1-14.
12. Gummadov, N., M. Keser, B. Akin, M. Cakmak, Z. Mert, S. Taner and A. Morgounov. 2015. Genetic gains in wheat in Turkey: winter wheat for irrigated conditions. *The Crop Journal* 3(6): 507-516.
13. Hyles, J., M. T. Bloomfield, J. R. Hunt, R. M. Trethowan and B. Trevaskis. 2020. Phenology and related traits for wheat adaptation. *Heredity* 125(6): 417-430.
14. Ishaque, W., R. Osman, B. S. Hafiza, S. Malghani, B. Zhao, M. Xu and S. T. Ata-Ul-Karim. 2023. Quantifying the impacts of climate change on wheat phenology, yield, and evapotranspiration under irrigated and rainfed conditions. *Agricultural Water Management* 275: 108017.
15. Kolhar, S. and J. Jagtap. 2023. Plant trait estimation and classification studies in plant phenotyping using machine vision–A review. *Information Processing in Agriculture* 10(1): 114-135.

16. Liu, Y., Y. Tao, Z. Wang, Q. Guo, F. Wu, X. Yang and Y. Wei. 2018. Identification of QTL for flag leaf length in common wheat and their pleiotropic effects. *Molecular Breeding* 38: 1-11.
17. Liu, Z., P. Zhao, X. Lai, X. Wang, W. Ji and S. Xu. 2023. The selection and application of peduncle length QTL QPL_6D. 1 in modern wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding. *Theoretical and Applied Genetics* 136(3): 32.
18. Mondal, S., R. Singh, E. Mason, J. Huerta-Espino, E. Autrique and A. Joshi. 2016. Grain yield, adaptation and progress in breeding for early-maturing and heat-tolerant wheat lines in South Asia. *Field crops research* 192: 78-85.
19. Monneveux, P. and J. Ribaut. 2006. Secondary traits for drought tolerance improvement in cereals. pp. 47–58, In: M. P. Reynolds (ed.), Drought Adaptation in Cereals. CRC Press, USA.
20. Pask, A. 2012. Physiological Breeding: A Field Guide to Wheat Phenotyping. II: Cimmyt, Mexico.
21. Rachana, P., M. Binju, A. Suprava, K. Bigyan, P. Rishav, R. Rashmi and B. Kushal. 2021. Correlation and path coefficient analysis of yield in wheat: A Review. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences* 113(5): 121-127.
22. Rebetzke, G., R. Richards, A. G. Condon and G. Farquhar. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica* 150: 97-106.
23. Rigatti, A., A. J. Pelegrin, C. Meier, A. Lunkes, L. A. Klein, A. F. Silva and V. Q. Souza. 2018. Combination capacity and association among traits of grain yield in wheat (*Triticum aestivu*m L.): A Review. *Journal of Agricultural Science* 10(5): 179-187.
24. Sabit, Z., B. Yadav and P. Rai. 2017. Genetic variability, correlation and path analysis for yield and its components in f5 generation of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 6(4): 680-687.
25. Salgotra, R. K. and B. S. Chauhan. 2023. Genetic diversity, conservation, and utilization of plant genetic resources. *Genes* 14(1): 174.
26. Si, Z., A. Qin, Y. Liang, A. Duan and Y. Gao. 2023. A review on regulation of irrigation management on wheat physiology, grain yield, and quality. *Plants* 12(4): 692.
27. Singh, S., J. Kaur, H. Ram, J. Singh and S. Kaur. 2023. Agronomic bio-fortification of wheat (*Triticum aestivum* L.) to alleviate zinc deficiency in human being. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 22(2): 505-526.
28. Slafer, G. A., R. Savin, D. Pinochet and D. F. Calderini. 2021. Crop physiology case histories for major crops. pp. 98-163), V. O. Sadras and D. F. Calderini (eds.), Whea. Academic Press, London.
29. Verma, S. P., V. Pathak and O. Verma. 2019. Interrelationship between yield and its contributing traits in wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 8(2): 3209-3215.
30. Zewdu, D., F. Mekonnen, N. Geleta, and K. Abebe. 2024. Genetic variability, heritability and genetic advance for yield and yield related traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. *International Journal of Economic Plants* 11(1): 38-47.
31. Zhang, H., L. Wang, X. Jin, L. Bian and Y. Ge. 2023. High-throughput phenotyping of plant leaf morphological, physiological, and biochemical traits on multiple scales using optical sensing. *The Crop Journal* 11: 303-318.