

## Evaluation of agronomic, morphological and phenological traits of bread wheat inbred lines in Iraq

Riadh Hussein Jabbar Al Abbas<sup>1</sup>, Sohbah Bahraminejad<sup>\*1,2</sup>, Leila Zarei<sup>1,2</sup>, Kianoosh Cheghamirza<sup>1,2</sup>, Ali Hussein Jasim<sup>3</sup>

1. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran

2. Cereal Research Center, Razi University, Kermanshah, Iran

3. Agriculture College, Al-Qasim Green University, Babil, Iraq

\*Corresponding Author Email: bahraminejad@razi.ac.ir

### Abstract

**Introduction:** Bread wheat is one of the most important agricultural crops in ensuring food security, especially in arid and semi-arid countries such as Iraq. In Iraq, which is part of the arid and semi-arid region of the world, wheat production faces numerous challenges, including water scarcity, soil salinity, climate fluctuations, and population growth. These factors highlight the necessity of utilizing advanced breeding programs to improve both the grain yield and quality of wheat. Advanced inbred lines are the valuable tools in breeding programs due to genetic consistency and high uniformity. Therefore, this study was designed to investigate genetic diversity and identify superior genotypes among wheat advanced lines that are well-adapted to the climatic conditions of Iraq.

**Material and methods:** Fourteen elite recombinant inbred lines from the F9 and F10 generations of bread wheat selected among 600 wheat advanced lines, along with their parents, including MV17, Winter Backcross Roshan, Marvdasht, Rasoul, Torabi, and Krichauff, were evaluated during 2022 and 2023 growing seasons in Babylon, Iraq, in a randomized complete block design with three replications. Each plot consisted of five rows, each 3 m long. These lines were selected from hundreds of lines derived from the crosses “MV17 × Roshan winter backcross”, “Roshan winter backcross × Sistan”, and “Rasoul × Marvdasht” in previous experiments. This experiment was carried out in a normal humidity condition. Days to heading, days to anthesis, days to physiological maturity, kernel filling rate, kernel filling period, plant height, peduncle length, peduncle diameter, flag leaf width, flag leaf length, spike length, spike weight, spike density, grain length, grain width, thousand kernel weight, number of kernel per spike, number of spike, weight of kernels per spike, awn length and grain yield were measured and subjected to statistical analysis after checking the normality of data.

**Results:** Based on the combined analysis of variance, the effects of year and genotype were also significant for all traits except grain filling duration, while the year×genotype interaction was significant for all traits except grain filling rate, peduncle length, spike density, and thousand-kernel weight. Mean comparison results indicated that Lines 8 and 14 with 6.76 and 5.77 ton/ha, respectively for the first year and 6.99 and 6.11 ton/ha grain yield for the second year were superior in terms of grain yield, thousand-kernel weight, and grain filling rate. The results also showed that Line 36 was the earliest-maturing line across the two years with about 151 and 145 days in the first and second year, respectively. A significant positive correlation was observed between grain yield and thousand-kernel weight and grain filling rate. Cluster analysis identified different functional groups (three groups), in which early-maturing lines with shorter plant height exhibited higher grain yield. Finally, comparison of the cluster analyses across the two years showed a high degree of similarity between the two dendrograms, indicating that genotypes were grouped almost identically in both years.

**Conclusion:** The results of this study showed that Lines 8 and 14 had significantly higher thousand-kernel weight and grain yield than other genotypes in both years of the experiment. These findings could play an effective role in breeding programs to improve wheat production and reduce dependence on wheat imports in Iraq.

**Keywords:** Combined analysis, Grain yield, Phenotypic correlation, wheat

Received: 27-07-2025

Accepted: 06-09-2025

Citation: Hussein Jabbar Al Abbas<sup>1</sup>, R., Bahraminejad, S., Zarei, L., Cheghamirza, K., & Jasim, A. H. (2026). Evaluation of agronomic, morphological and phenological traits of bread wheat inbred lines in Iraq. *Plant Production and Genetics*, 7(1), 129-146. <https://doi.org/10.22034/PLANT.2025.144168.1170>

#### Copyrights:

Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



## ارزیابی صفات زراعی، مورفولوژیک و فنولوژیک اینبرد لاین‌های گندم نان در عراق

ریاض حسین جبار ال عباس<sup>۱</sup>، صحبت بهرامی نژاد\*<sup>۲،۱</sup>، لایلا زارعی<sup>۲،۱</sup>، کیانوش چقامیرزا<sup>۲،۱</sup>، علی حسین جاسم<sup>۳</sup>

۱. گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۲. مرکز تحقیقات غلات، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

۳. دانشکده کشاورزی، دانشگاه سبز القاسم، بابل، عراق

\*ایمیل نویسنده مسئول: bahraminejad@razi.ac.ir

### چکیده

**مقدمه:** گندم نان از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در تأمین امنیت غذایی، به‌ویژه در کشورهای خشک و نیمه‌خشک مانند عراق است. در عراق، که بخشی از منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود، تولید گندم با چالش‌های متعددی از جمله کمبود منابع آبی، شوری خاک، نوسانات اقلیمی و افزایش جمعیت همراه است. این عوامل بر ضرورت بهره‌گیری از برنامه‌های اصلاحی پیشرفته برای بهبود عملکرد و کیفیت گندم تأکید دارند. لاین‌های اینبرد نسل‌های پیشرفته به دلیل ویژگی‌هایی نظیر ثبات ژنتیکی و یکنواختی بالا، ابزاری ارزشمند در برنامه‌های به‌نژادی محسوب می‌شوند. بنابراین، این مطالعه با هدف بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و سازگار از میان لاین‌های پیشرفته گندم با شرایط اقلیمی عراق طراحی شد.

**مواد و روش‌ها:** تعداد ۱۴ لاین اینبرد نو ترکیب برتر از نسل‌های  $F_9$  و  $F_{10}$  گندم نان از بین ۶۰۰ لاین همراه با والدین شامل ارقام MV17، بک کراس زمستانه روشن، مرودشت، رسول، ترابی و رقم شاهد (کرایچف) در سال‌های زراعی ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ در شهر بابل عراق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در کرت‌های شامل پنج ردیف سه متری کشت شدند. این لاین‌ها از بین صدها لاین حاصل از تلاقی‌های بک کراس زمستانه روشن  $\times$  MV17، بک کراس زمستانه روشن  $\times$  سیستان و رسول  $\times$  مرودشت در آزمایشات قبلی انتخاب شده بودند. این آزمایش در شرایط نرمال رطوبتی انجام شد. صفات روز تا سنبله دهی، روز تا گرده افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، سرعت پر شدن دانه، دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، قطر پدانکل، عرض برگ پرچم، طول برگ پرچم، طول سنبله، وزن سنبله، طول سنبله، تراکم سنبله، طول دانه، عرض دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن دانه در سنبله، طول ریشک و عملکرد دانه اندازه‌گیری و پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

**نتایج:** براساس تجزیه مرکب، اثر سال و اثر ژنوتیپ برای همه صفات بجز دوره پر شدن دانه معنی‌دار و اثر متقابل سال در ژنوتیپ برای همه صفات بجز سرعت پر شدن دانه، طول پدانکل، تراکم سنبله و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که لاین‌های شماره ۸ و ۱۴ به ترتیب در سال اول با ۶/۷۶ و ۵/۷۷ تن در هکتار و در سال دوم با ۶/۹۹ و ۶/۱۱ تن در هکتار عملکرد دانه، وزن هزار دانه، و سرعت پر شدن دانه بهترین بودند. این نتایج نشان داد که در دو سال لاین ۳۶ در سال اول با حدود ۱۵۱ و در سال دوم با حدود ۱۴۵ روز زودرس‌ترین لاین بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و صفات وزن هزار دانه و سرعت پر شدن دانه وجود داشت. در تجزیه خوشه‌ای گروه‌های عملکردی مختلفی (سه گروه) شناسایی شدند. که لاین‌های زودرس با ارتفاع کمتر بوته، عملکرد بهتری داشتند. در نهایت، مقایسه تجزیه خوشه‌ای دو سال نشان می‌دهد دو نمودار تطابق زیادی با هم دارند و ژنوتیپ‌ها در هر دو سال گروه‌بندی تقریباً یکسانی داشته‌اند.

**نتیجه‌گیری کلی:** نتایج این تحقیق نشان داد که لاین‌های شماره ۸ و ۱۴ در هر دو سال آزمایش به‌طور معنی‌داری وزن هزار دانه و عملکرد دانه بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. این یافته‌ها می‌توانند نقش مؤثری در برنامه‌های به‌نژادی جهت بهبود تولید گندم و کاهش وابستگی به واردات در کشور عراق داشته باشند.

**کلید واژگان:** تجزیه مرکب، عملکرد دانه، گندم، همبستگی فنوتیپی

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۰۵

**منبع:** ریاض، ح. ج. ال.، بهرامی نژاد، ص.، زارعی، ل.، چقامیرزا، ک.، و جاسم، ع. ج. (۱۴۰۵). ارزیابی صفات زراعی، مورفولوژیک و فنولوژیک اینبرد لاین‌های گندم نان در عراق، مجله تولید و ژنتیک گیاهی، ۷ (۱)، ۱۲۹-۱۴۶. <https://doi.org/10.22034/PLANT.2025.144168.1170>



## مقدمه

اقلیمی سخت و تنش‌های محیطی مواجه‌اند، شناسایی لاین‌های برتر که توانایی سازگاری با این شرایط را دارند، از اهمیت زیادی برخوردار است. علاوه بر این، عراق به دلیل موقعیت جغرافیایی خود و تنوع خاک و آب‌وهوایی، بستری مناسب برای مطالعه و شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار به شمار می‌رود. در این میان، صفاتی نظیر عملکرد دانه و اجزای آن، صفات مورفولوژیک همچون ارتفاع بوته و ساختار پنجه‌زنی، و صفات فنولوژیک مانند طول دوره رشد، زمان گلدهی و رسیدگی، به‌عنوان معیارهای اصلی ارزیابی در برنامه‌های اصلاحی مورد توجه قرار می‌گیرند. همچنین، کیفیت دانه به‌ویژه در زمینه میزان پروتئین، گلوتن و سایر ویژگی‌های مرتبط با فرآوری، به‌عنوان شاخصی کلیدی در پذیرش لاین‌های جدید توسط کشاورزان و صنایع غذایی عراق اهمیت زیادی دارد. Kadam و همکاران (۲۰۲۲) برای تحلیل همبستگی عملکرد و صفات مؤثر بر عملکرد در گندم، جمعیت‌های حاصل از دو تلاقی مختلف شامل  $NIAW-1885 \times AKAW-4627$  و  $NIDW-577 \times NIDW15$  را ارزیابی کردند. همبستگی فنوتیپی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در هر بوته با ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، پنجه‌های بارور در هر بوته و وزن هزار دانه در نسل  $F_2$  هر دو تلاقی مشاهده شد. آن‌ها اثر مستقیم و بالایی تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه‌های بارور در هر بوته، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه به همراه همبستگی بسیار معنی‌دار در جهت مطلوب به سمت عملکرد دانه در بوته را نشان‌دهنده رابطه واقعی و کامل بین عملکرد دانه و این صفات دانستند و انتخاب مستقیم بر اساس این صفات را در انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول گندم کمک‌کننده دانستند. Abdelghany و همکاران (2023) تعداد ۲۸ توده گندم بومی را از نظر روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بررسی کردند. تجزیه خوشه‌ای همه ژنوتیپ‌ها را به شش گروه تقسیم کرد. خوشه اول تا ششم به ترتیب دارای سه، شش، شش، یک، هفت و پنج ژنوتیپ بودند. خوشه‌های دو و چهار بیشترین فاصله را بین خود داشتند و پس از آنها خوشه‌های سه و چهار قرار داشتند. آن‌ها پیشنهاد کردند تلاقی بین این خوشه‌ها ممکن است منجر به تولید ژنوتیپ‌های برتر در برنامه‌های

گندم نان (*Triticum aestivum*) یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی در تأمین امنیت غذایی جهانی و به‌ویژه در کشورهای منطقه خاورمیانه از جمله عراق است. این محصول راهبردی به‌دلیل نقش حیاتی در تأمین کالری، پروتئین و نیازهای تغذیه‌ای جمعیت، از جایگاه ویژه‌ای در سیاست‌های کشاورزی و برنامه‌های توسعه برخوردار است (Feyneman et al., 2018). عراق دارای حدود ۹/۵ میلیون هکتار اراضی قابل کشت است. توسعه کشاورزی و صنایع وابسته آن به یک چالش بزرگ در دو دهه آینده در عراق تبدیل خواهد گردید چرا که با ادامه رشد سالانه ۲/۵ تا ۳ درصدی جمعیت، نیازهای غذایی این کشور طی سال‌های آتی دو برابر خواهد شد. بر اساس آمار وزارت برنامه ریزی عراق در فوریه ۲۰۲۲، جمعیت این کشور سالانه از ۹۰۰ هزار تا یک میلیون نفر افزایش می‌یابد و دولت به‌دلیل ماهیت قبیله‌ای و عشیره‌ای جامعه عراق، حتی در شهرهای بزرگی مانند بغداد، بصره و موصل، قادر به کنترل رشد جمعیت نیست. بنابراین برای تأمین نیازهای غذایی جمعیت رو به رشد این کشور، علاوه بر ایجاد اشتغال و تقویت مشارکت بخش خصوصی در حوزه‌های مختلف تولید، توسعه بخش کشاورزی را نیز یک امر حیاتی تلقی می‌کند (Fa0, 2022). در عراق، که بخشی از منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شود، تولید گندم با چالش‌های متعددی از جمله کمبود منابع آبی، شوری خاک، نوسانات اقلیمی و افزایش جمعیت همراه است (Ewaid et al., 2019). این عوامل بر ضرورت بهره‌گیری از برنامه‌های اصلاحی پیشرفته برای بهبود عملکرد و کیفیت گندم تأکید دارند. لاین‌های اینبرد نسل‌های پیشرفته به‌دلیل ویژگی‌هایی نظیر ثبات ژنتیکی و یکنواختی بالا، ابزاری ارزشمند در برنامه‌های به‌نژادی محسوب می‌شوند (Dal martello et al., 2018). همچنین آگاهی از پارامترهای ژنتیکی یعنی وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی در بین صفات تحت انتخاب، برای پیش‌بینی پیشرفت ژنتیکی در برنامه اصلاحی و توسعه راهبردهای اصلاحی کارآمد بسیار مفید است (Abou-Zeid, 2014). این لاین‌ها که حاصل تلاقی‌های هدفمند بین ارقام مختلف گندم هستند، تنوع ژنتیکی لازم برای بهبود صفات زراعی، مورفولوژیک، فنولوژیک و کیفی دانه را فراهم می‌کنند (Aghaei, 2018). در کشورهایی مانند عراق که با شرایط

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی

در این پژوهش از ۱۴ لاین منتخب از ۶۰۰ لاین اینبرد گندم نان در طی برنامه‌های اصلاحی (نسل F<sub>۹</sub>) حاصل از سه جمعیت (جمعیت اول: تلاقی رقم MV17 با رقم بک کراس زمستانه روشن، جمعیت دوم، تلاقی رقم مرودشت با رسول و جمعیت سوم تلاقی ارقام سیستان با بک کراس زمستانه روشن) به منظور ارزیابی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و صفات کیفی دانه و بررسی واکنش آنها در شرایط شهر بابل عراق استفاده گردید. محل انجام تلاقی و پیشبرد برنامه اصلاحی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی بوده و نسل‌های F<sub>۱</sub> تا F<sub>۵</sub> نیز در همین مکان به روش بالک تکثیر و پرورش داده شده است.

### موقعیت و محل اجرای آزمایش

تحقیق حاضر طی دو سال زراعی (۱۴۰۱-۱۴۰۲ و ۱۴۰۱-۱۴۰۰) تحت شرایط نرمال رطوبتی در مزرعه تحقیقاتی شهر بابل-عراق با موقعیت جغرافیایی (طول ۴۴/۰۳ درجه شرقی و عرض ۳۲/۶۱ درجه شمالی)، با متوسط بارندگی سالانه ۲۱۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۳۵ درجه سانتی‌گراد اجرا شد. در هر سال زراعی از خاک قسمت‌های مختلف مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری چند نمونه به صورت تصادفی جمع‌آوری شده و پس از مخلوط کردن آنها جهت تست عناصر شیمیایی مورد نظر به آزمایشگاه خاک تحویل گردید. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ آمده است.

به‌نژادی شود. Eskezia و همکاران (2025) برای ارزیابی سازگاری و پایداری عملکرد گونه‌های گندم، شش رقم گندم نان با عملکرد بالا را در دو سال و چهار منطقه با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار برر سی و تعداد روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول سنبله، تعداد سنبلچه در هر سنبله، زیست توده و عملکرد دانه را اندازه‌گیری کردند. اثر رقم برای همه صفات و اثر متقابل رقم × مکان × سال برای همه صفات به غیر از تعداد پنجه معنی‌دار بود. عملکرد دانه در محیط‌های مختلف از ۳/۱۱ تا ۳/۷۲ تن در هکتار متغیر بود.

Walsh و همکاران (2020) اثر سال را برای ارتفاع بوته، وزن سنبله و تعداد سنبله در هکتار معنی‌دار و برای عملکرد دانه، پروتئین دانه و تعداد دانه در سنبله غیر معنی‌دار گزارش کردند. بررسی Javaheri (2022) روی ۱۲ رقم گندم نان نشان داد که اثر سال برای وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و طول سنبله معنی‌دار و بین ارقام نیز از نظر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته و طول سنبله تفاوت معنی‌داری وجود داشت. به‌منظور بررسی روند بهبود ژنتیکی سرعت و دوام پر شدن دانه طی فرآیندهای اصلاحی در ارقام گندم، این تحقیق با هدف بررسی تنوع ژنتیکی و ارزیابی صفات زراعی، مورفولوژیک و فنولوژیک در لاینهای اینبرد گندم نان انجام شده تا ژنوتیپ‌های برتر و سازگار با شرایط اقلیمی عراق شناسایی شوند. نتایج حاصل از این مطالعه می‌تواند در راستای افزایش بهره‌وری تولید گندم، کاهش وابستگی به واردات و تقویت امنیت غذایی این کشور مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۱- ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری

غلظت ریزمغذی‌ها (mg.kg <sup>-1</sup> )	محتوای عناصر پرمصرف (mg.kg <sup>-1</sup> )		اسیدیته	مواد آلی (g.kg <sup>-1</sup> )	بی کربنات (mmol.L <sup>-1</sup> )	ذرات خاک (g.kg <sup>-1</sup> )			بافت خاک	
	آهن	فسفر				نیتروژن	رس	سیلت		شن
روی	۳/۹۴	۱۱/۵۰	۴۵/۳۰	۷/۷۷	۱۳/۰۰	۶/۴۱	۳۲۰	۴۹۵	۱۸۵	رسی آبرفتی

## طرح آزمایشی و بررسی‌های زراعی

سال اول و دوم آزمایش ۱۴ لاین اینبرد گندم نان به همراه والدین (MV-17)، بک‌کراس زمستانه روشن، سیستان،

مرودشت و رسول و رقم کرایچف به‌عنوان شاهد و رقم ترابی (رقم رایج) با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار ارزیابی شدند. خصوصیات والدین لاین‌ها در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- خصوصیات والدین جمعیت‌ها

والد مادری				والد پدری			
عملکرد دانه (kg/ha)	سال معرفی	تیپ رشد	رقم	عملکرد دانه (kg/ha)	سال معرفی	تیپ رشد	رقم
۸۱۱۹	۱۳۷۷	زمستانه	بک‌کراس زمستانه روشن	۶۰۳۱	۱۹۹۳	زمستانه	MV-17
۸۰۳۷	۱۳۷۸	بهاره	مرودشت	۴۵۵۷	۱۳۷۱	بهاره	رسول
۸۱۱۹	۱۳۷۷	زمستانه	بک‌کراس زمستانه روشن	۶۵۱۷	۱۳۸۵	بهاره	سیستان

عملکرد دانه، بوته‌های یک مترمربع برداشت و پس از خرمن‌کوبی وزن دانه‌های بدست آمده به واحد کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. فهرست صفات مورد مطالعه و علائم اختصاری آن‌ها در جدول ۳ آمده است.

پس از اندازه‌گیری صفات، نرمال بودن توزیع داده‌ها با نرم-افزار SPSS ver.22 بررسی شد. پس از اطمینان از توزیع نرمال، آزمون یکنواختی واریانس‌ها با استفاده از آزمون Fmax هارتلی انجام شد. برای صفاتی که دارای واریانس یکنواخت بودند، تجزیه واریانس مرکب با فرض تصادفی بودن اثر سال و تجزیه واریانس ساده برای صفاتی با واریانس غیر همگن، بر مبنای طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار و مقایسات میانگین به روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال یک درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS ver.9 انجام شد. محاسبه همبستگی ساده پیرسون بین صفات با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver.22 و برای گروه‌بندی ارقام تجزیه خوشه‌ای بر اساس فاصله اقلیدسی و روش Ward با استفاده از نرم‌افزار Past ver.4 انجام شد.

برای هر کرت شامل پنج ردیف کاشت با فاصله‌ی خطوط ۲۲/۵ سانتی‌متر و طول ۳ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت عملیات تهیه بستر انجام گرفته و مقدار یکصد کیلوگرم کود سوپرفسفات، پنجاه کیلوگرم کود اوره ۴۸٪ نیتروژن و پنجاه کیلوگرم کود پتاسیم در هر هکتار به زمین اضافه گردید. طی اجرای طرح از هیچ کودی استفاده نشد. کشت در سال اول و دوم به ترتیب در نوامبر ۲۰۲۲ و نوامبر ۲۰۲۳ انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی و شیمیایی با علفکش Axial انجام شد. آبیاری هر ۱۴ روز (چهار مرتبه) و به روش بارانی انجام شد. درسال دوم پژوهش، بذرها همان ۱۴ لاین اینبرد سال اول به همراه والدین و رقم شاهد کرایچف و ترابی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای انجام برخی اندازه‌گیری‌ها از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب گردید. اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک ۱۴ روز پس از گرده افشانی، صفات فنولوژیک با رسیدن ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت به مرحله مورد نظر و اندازه‌گیری صفات کیفی دانه نیز پس از رسیدگی و برداشت دانه انجام شد. جهت اندازه‌گیری

جدول ۳- فهرست صفات مورد بررسی به همراه علامت اختصاری آن‌ها

شماره	صفت	نام انگلیسی	علامت اختصاری	شماره	صفت	نام انگلیسی	علامت اختصاری
۱	روزتا سنبله‌دهی	Days to Heading	DH	۱۲	وزن سنبله	Spike Weight	SW
۲	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک	Days to Maturity	DM	۱۳	وزن دانه در سنبله	Weight of Kernels Per Spike	WKPS
۳	روزتا گرده افشانی	Days to Anthesis	DA	۱۴	تعداد دانه در سنبله	Number of Kernel Per Spike	NKPS
۴	دوره پرشدن دانه	Kernel Filling Period	KFP	۱۵	تعداد سنبلچه در سنبله	Number of Spikelet Per Spike	NSPS
۵	سرعت پرشدن دانه	Kernel Filling Rate	KFR	۱۶	تراکم سنبله	Spike Density	SpD
۶	ارتفاع بوته	Plant Height	Phe	۱۷	طول ریشک	Awn Length	AL
۷	طول پدانکل	Peduncle Length	PL	۱۸	طول دانه	Grain Length	GL
۸	قطر پدانکل	Peduncle Diameter	PD	۱۹	عرض دانه	Grain Width	GW
۹	طول برگ پرچم	Flag Leaf Length	FLL	۲۰	وزن هزار دانه	Thousand Kernel Weight	TKW
۱۰	عرض برگ پرچم	Flag Leaf Width	FLW	۲۱	تعداد سنبله در مترمربع	Number of Spike	NS
۱۱	طول سنبله	Spike Length	SL	۲۲	عملکرد دانه	Grain Yield	GY

## نتایج و بحث

به‌منظور ارزیابی لاین‌ها و ارقام از نظر صفات زراعی و بیوشیمیایی در دو سال متوالی پیش از انجام تجزیه واریانس مرکب، همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون  $F_{max}$  هارتلی (Hartley, 1950) در سطح معنی‌داری یک درصد انجام شد. آماره  $F_{max}$  هارتلی محاسبه شده از مقدار بحرانی با درجه آزادی ۴۰ و تعداد دو گروه در سطح یک درصد برای صفات عملکرد دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن دانه

در سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول برگ پرچم و طول ریشک بزرگتر بود، لذا فرض صفر مبتنی بر همگنی واریانس‌ها پذیرفته نشد و تجزیه واریانس ساده دو سال آزمایش برای این صفات انجام شد. تجزیه واریانس برای صفات دارای واریانس ناهمگن در دو سال آزمایش نشان داد اثر ژنوتیپ در هر دو سال برای صفات مورد بررسی معنی‌دار بوده که نشانگر تنوع ژنتیکی مطلوب بین ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیه واریانس برای صفات مورد بررسی در ۲۱ ژنوتیپ گندم نان در دو سال آزمایش

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
AL	NSPS	NKPS	WKPS	FLL	GY		
۰/۰۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۵ <sup>ns</sup>	۱/۵۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۸ <sup>*</sup>	۱/۶۷ <sup>*</sup>	۰/۰۲ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۱۵/۹۵ <sup>**</sup>	۱۱/۳۶ <sup>**</sup>	۱۴۱/۰۵ <sup>**</sup>	۰/۲۹ <sup>**</sup>	۲۳/۴۴ <sup>**</sup>	۵/۴۹ <sup>**</sup>	۲۰	ژنوتیپ
۰/۰۳	۰/۲۷	۱/۰۵	۰/۰۰۰۱	۰/۴۶	۰/۰۲	۴۰	خطا
۳/۱۹	۰/۵۲	۱/۹۴	۰/۶۵	۳/۴۲	۳/۹۷	-	ضریب تغییرات (/)
میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییرات
AL	NSPS	NKPS	WKPS	FLL	GY		
۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۳/۵۷ <sup>*</sup>	۰/۰۰۰۳ <sup>ns</sup>	۲/۲۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۲	تکرار
۱۶/۷۸ <sup>**</sup>	۱۱/۲۲ <sup>**</sup>	۱۵۰/۲۳ <sup>**</sup>	۰/۲۹ <sup>**</sup>	۲۸/۵۸ <sup>**</sup>	۵/۸۳ <sup>**</sup>	۲۰	ژنوتیپ
۰/۰۱	۰/۰۸	۰/۹۱	۰/۰۰۰۵	۱/۲۵	۰/۰۰۰۸	۴۰	خطا
۰/۱۰	۱/۳۶	۱/۷۵	۱/۰۶	۴/۹۹	۰/۸۴	-	ضریب تغییرات (/)

<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد.

AL: طول ریشک؛ GY: عملکرد دانه؛ FLL: طول برگ پرچم؛ WKPS: وزن دانه در سنبله؛ NKPS: تعداد دانه در سنبله؛ NSPS: تعداد سنبلچه در سنبله؛ AL: طول ریشک.

۱۴ و لاین ۴۰ در هر دو سال به ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن دانه در سنبله بودند. رقم رسول و رقم سیستان به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله در دو سال پیاپی بودند. سال اول رقم سیستان و لاین ۶۶ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار سنبلچه در سنبله بودند و سال دوم لاین ۱۴ بیشترین و لاین ۶۶ (مانند سال اول) کمترین تعداد را داشتند. سال اول لاین ۳۶ و سال دوم رقم سیستان دارای بلندترین طول ریشک و لاین‌های ۱۴ و ۲ و رقم MV17 نیز در هر دو سال بدون ریشک بودند.

نتایج مقایسه میانگین صفات عملکرد دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، طول برگ پرچم و طول ریشک در دو سال آزمایش در جدول ۵ آورده شده است. به طور کلی، عملکرد دانه در سال دوم افزایش یافت و لاین ۸ و لاین ۲۹ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد در هر دو سال بودند. سال اول بیشترین و کمترین مقدار طول برگ پرچم به ترتیب لاین ۷۷ و لاین ۵۹ ثبت شد. میانگین کلی طول برگ پرچم در سال دوم افزایش معنی‌داری نشان داد و لاین ۳۶ بیشترین و مانند سال اول لاین ۵۹ کمترین مقدار این صفت را داشتند. لاین

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در ۲۱ ژنوتیپ گندم نان در دو سال آزمایش

صفت												لاین/رقم
AL (cm)		NSPS		NKPS		WKPS (g)		FLL (cm)		GY (ton/ha)		
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	
۵/۷۰	۵/۸۰	۲۱/۳۸	۲۰/۸۳	۴۸/۸۷	۴۶/۶۷	۱/۸۸	۱/۸۴	۲۱/۵۳	۱۷/۴۷	۲/۹۶	۲/۸۴	15
۴/۶۰	۴/۴۰	۲۰/۴۱	۱۹/۴۵	۴۶/۲۷	۴۵/۳۰	۲/۱۱	۲/۰۸	۲۵/۶۳	۲۱/۳۷	۶/۹۹	۶/۷۶	8
۰/۰۰	۰/۰۰	۲۳/۳۸	۲۲/۳۰	۵۶/۵۳	۵۴/۱۳	۲/۷۷	۲/۷۴	۱۹/۵۳	۱۷/۷۳	۶/۱۱	۵/۷۷	14
۰/۰۰	۰/۰۰	۲۲/۱۸	۲۱/۳۳	۶۱/۱۳	۵۸/۳۳	۲/۰۱	۱/۹۰	۱۸/۶۰	۱۵/۵۳	۲/۴۴	۲/۳۳	2
۷/۲۳	۷/۱۷	۲۰/۲۲	۱۹/۳۴	۵۳/۷۰	۵۱/۷۰	۲/۰۹	۲/۰۲	۲۷/۴۰	۲۴/۴۷	۲/۸۹	۲/۷۶	36
۷/۲۰	۷/۱۳	۱۹/۳۰	۱۸/۶۳	۵۵/۵۷	۵۴/۰۰	۲/۰۴	۱/۹۰	۱۴/۴۳	۱۳/۸۰	۵/۱۹	۵/۱۰	59
۵/۷۷	۵/۷۰	۲۲/۴۴	۲۲/۱۹	۶۳/۳۰	۶۲/۴۳	۲/۶۴	۲/۵۶	۲۲/۷۰	۱۹/۹۷	۳/۴۸	۳/۳۲	34
۶/۷۰	۶/۴۳	۲۱/۷۱	۲۱/۴۱	۵۶/۴۳	۵۴/۲۷	۲/۳۳	۲/۲۴	۲۰/۴۳	۱۹/۸۷	۴/۱۰	۳/۷۴	48
۶/۵۰	۶/۵۷	۲۰/۱۹	۱۹/۱۷	۵۲/۱۷	۵۰/۶۰	۱/۵۶	۱/۵۸	۲۴/۴۳	۲۱/۴۰	۲/۶۰	۲/۴۲	40
۶/۲۰	۶/۱۳	۱۷/۶۴	۱۷/۲۷	۶۱/۱۷	۵۹/۶۳	۲/۵۱	۲/۴۶	۲۳/۷۷	۲۱/۳۳	۱/۸۷	۱/۷۴	29
۵/۶۰	۵/۵۰	۲۱/۵۹	۲۱/۰۱	۴۵/۸۳	۴۴/۰۳	۲/۰۰	۱/۸۹	۲۲/۴۳	۲۰/۹۳	۳/۲۳	۳/۱۱	73
۷/۲۷	۶/۹۰	۱۶/۹۹	۱۶/۵۹	۵۳/۴۰	۵۱/۶۰	۱/۷۵	۱/۶۰	۲۴/۵۰	۲۱/۲۷	۲/۲۶	۲/۱۶	66
۶/۶۰	۶/۵۰	۱۸/۶۸	۱۸/۲۶	۶۲/۶۷	۵۹/۵۷	۲/۴۸	۲/۴۱	۲۷/۰۰	۲۴/۸۷	۳/۲۲	۳/۰۷	77
۵/۸۰	۵/۵۷	۱۹/۱۲	۱۹/۰۷	۵۰/۳۳	۴۸/۷۰	۲/۰۷	۱/۹۰	۲۰/۴۳	۱۷/۵۳	۲/۳۶	۲/۳۴	63
۰/۰۰	۰/۰۰	۱۷/۷۳	۱۷/۰۰	۶۳/۶۰	۶۱/۹۰	۲/۱۳	۱/۹۲	۲۲/۵۰	۱۷/۶۰	۲/۲۱	۱/۹۴	Mv
۵/۳۰	۵/۶۰	۱۷/۶۳	۱۶/۹۰	۵۵/۴۷	۵۲/۵۷	۲/۱۵	۱/۹۳	۲۰/۴۳	۱۹/۷۷	۲/۶۳	۲/۵۷	M
۶/۲۰	۶/۱۰	۱۹/۴۳	۱۸/۷۲	۶۵/۷۷	۶۴/۳۰	۲/۲۷	۲/۲۰	۲۰/۷۷	۱۸/۶۳	۲/۵۷	۲/۴۵	R
۷/۳۰	۷/۰۳	۲۲/۳۴	۲۲/۱۰	۴۰/۴۳	۳۹/۳۷	۱/۶۹	۱/۶۶	۲۳/۷۳	۲۲/۰۷	۴/۹۴	۴/۷۸	S
۶/۸۰	۶/۳۰	۱۷/۹۵	۱۷/۴۷	۵۵/۱۷	۵۳/۰۳	۱/۸۶	۱/۸۱	۲۶/۳۷	۲۲/۴۷	۲/۳۱	۲/۱۸	KRY
۶/۵۰	۶/۲۳	۲۲/۴۴	۲۲/۳۶	۵۶/۶۷	۵۴/۵۳	۲/۲۱	۲/۱۱	۲۳/۴۰	۲۱/۳۷	۴/۷۹	۴/۵۵	C
۶/۳۰	۶/۱۳	۲۱/۲۴	۲۰/۵۸	۴۲/۳۷	۴۱/۶۰	۱/۸۲	۱/۸۱	۲۰/۴۷	۱۶/۹۷	۳/۴۱	۳/۲۵	Bz
۷/۳۰	۷/۱۷	۲۳/۳۸	۲۲/۳۶	۶۵/۷۷	۶۴/۳۰	۲/۷۷	۲/۷۴	۲۷/۴۰	۲۴/۸۷	۶/۹۹	۶/۷۶	بیشترین
۰/۰۰	۰/۰۰	۱۶/۹۹	۱۶/۵۹	۴۰/۴۳	۳۹/۳۷	۱/۵۶	۱/۵۸	۱۴/۴۳	۱۳/۸۰	۱/۸۷	۱/۷۴	کمترین
۵/۴۱	۵/۳۰	۲۰/۱۹	۱۹/۶۲	۵۴/۶۱	۵۲/۷۷	۲/۱۱	۲/۰۳	۲۲/۴۰	۱۹/۸۳	۳/۴۶	۳/۲۹	میانگین
۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۶۱	۱/۱۶	۲/۱۱	۲/۲۶	۰/۰۵	۰/۰۳	۲/۴۷	۱/۵۰	۰/۰۶	۰/۲۹	LSD (1%)

GY: عملکرد دانه؛ FLL: طول برگ پرچم؛ WKPS: وزن دانه در سنبله؛ NKPS: تعداد دانه در سنبله؛ NSPS: تعداد سنبلچه در سنبله؛ AL: طول ریشک. Bz: رقم بک‌کراس زمستانه روشن؛ C: رقم ترابی؛ KRY: رقم کرایچف؛ M: مرودشت؛ Mv: رقم MV17؛ R: رقم رسول و S: رقم سیستان.

اثر متقابل سال در ژنوتیپ برای همه صفات بجز سرعت پر شدن دانه، طول پدانکل تراکم سنبله و وزن هزار دانه معنی- دار بود. معنی دار نشدن اثر متقابل سال در ژنوتیپ برای این صفات حاکی از واکنش یکسان ژنوتیپها در دو سال آزمایش است.

نتایج تجزیه مرکب برای صفاتی که واریانسهای همگن داشتند نشان داد اثر سال برای همه صفات بجز دوره پر شدن دانه معنی دار شده که حاکی از اختلاف شرایط محیطی در سالهای آزمایش است (جدول ۶). اثر ژنوتیپ نیز برای همه صفات بجز دوره پر شدن دانه معنی دار بود.

جدول ۶- تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد بررسی در ۲۱ ژنوتیپ گندم نان

میانگین مربعات								درجه	منابع
PD	PL	Phe	KFR	KFP	DM	DA	DH	آزادی	تغییرات
۰/۱۴**	۸۴/۰۳**	۲۸۹/۰۸**	۰/۰۳*	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۷۷۴/۹۵**	۷۶۸/۳۲**	۸۰۱/۳۱**	۱	سال
۰/۰۱	۳/۴۹	۰/۵۶	۰/۰۰۲	۰/۴۸	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۶	۴	تکرار (سال)
۱/۲۳**	۴۴۶/۵۳**	۵۴۵/۲۵**	۰/۱۸**	۰/۲۵ <sup>ns</sup>	۵۶/۲۵**	۵۶/۰۱**	۵۴/۵۴**	۲۰	ژنوتیپ
۰/۰۰۲**	۲/۰۰ <sup>ns</sup>	۱۲/۴۹**	۰/۰۰۰۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۵**	۰/۲۰**	۰/۰۸*	۰/۶۳**	۲۰	سال × ژنوتیپ
۰/۰۰۰۸	۱/۲۱	۱/۴۷	۰/۰۰۰۸	۰/۱۲	۰/۰۸	۰/۰۴	۰/۰۴	۸۰	خطا
۰/۸۰	۳/۳۸	۱/۵۸	۲/۵۴	۰/۹۹	۰/۱۹	۰/۱۸	۰/۱۹	-	ضریب تغییرات (%)
میانگین مربعات								درجه	منابع
NS	TKW	GW	GL	SpD	SW	SL	FLW	آزادی	تغییرات
۹۷۵/۵۶*	۳۸/۳۴*	۰/۰۴**	۰/۰۹*	۱۶/۳۹**	۰/۱۴**	۰/۴۱**	۰/۰۱**	۱	سال
۵۶/۴۲	۲/۵۵	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱	۰/۵۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۴	تکرار (سال)
۲۱۰۵۰/۶۲**	۲۱۷/۸۸**	۱/۲۱**	۳/۹۰**	۴۳/۹۳**	۱/۵۷**	۰/۷۳**	۰/۵۰**	۲۰	ژنوتیپ
۱۶/۵۵**	۰/۴۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱**	۰/۰۱*	۰/۷۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱**	۰/۰۴**	۰/۰۰۰۶**	۲۰	سال × ژنوتیپ
۶/۵۳	۰/۹۹	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۶۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۰۱	۸۰	خطا
۰/۶۱	۲/۵۴	۰/۹۲	۱/۰۹	۱/۱۹	۰/۶۵	۱/۲۱	۰/۸۷	-	ضریب تغییرات (%)

<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح پنج و یک درصد.

DH: روز تا سنبله دهی؛ DA: روز تا گرده افشانی؛ DM: روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ KFP: دوره پر شدن دانه؛ KFR: سرعت پر شدن دانه؛ Phe: ارتفاع بوته؛ PL: طول پدانکل؛ PD: قطر پدانکل؛ FLW: عرض برگ پرچم؛ SL: طول سنبله؛ SW: وزن سنبله؛ SpD: تراکم سنبله؛ GL: طول دانه؛ GW: عرض دانه؛ TKW: وزن هزار دانه؛ NS: تعداد سنبله در مترمربع.

کوتاه ترین بوته ها بودند. لاین ۲ در سال اول بیشترین و رقم بک کراس زمستانه روشن در سال اول کمترین قطر پدانکل را داشت. رقم MV17 در سال دوم بیشترین و لاین ۴۰ در سال اول کمترین عرض برگ پرچم را داشتند. لاین ۷۳ در سال دوم بیشترین طول سنبله و لاین ۲۹ در سال دوم کمترین طول سنبله را داشتند. لاین ۷۷ در سال دوم بیشترین و رقم بک کراس زمستانه روشن در سال اول کمترین وزن سنبله را داشتند. رقم بک کراس زمستانه روشن در سال دوم بیشترین و لاین ۷۳ در سال اول کمترین طول دانه را داشتند. رقم سیستان در سال دوم بیشترین

نتایج مقایسه میانگین براساس اثر متقابل سال × ژنوتیپ نشان داد لاین ۱۵ در سال اول بیشترین و لاین ۶۶ در سال دوم کمترین مقدار روز تا سنبله دهی را داشتند (جدول ۷). لاین ۱۵ در سال اول بیشترین و رقم کرایچف در سال دوم کمترین مقدار روز تا گرده افشانی را داشتند. لاین ۱۵ در سال اول بیشترین و لاین ۳۶ در سال دوم کمترین روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را داشتند. لاین ۴۰ در سال دوم بیشترین و لاین ۳۴ در سال دوم کمترین دوره پر شدن دانه را بین ژنوتیپهای مورد بررسی داشتند. لاین ۶۶ در سال دوم دارای بلندترین بوته ها و لاین ۲۹ در سال اول دارای

کیفیت نهایی مصرف و قیمت بازار تأثیر گذاشته است (Abdipour *et al.*, 2016). لاین ۷۳ در سال دوم بیشترین و لاین ۱۵ نیز در سال اول کمترین تعداد سنبله در مترمربع را به خود اختصاص داد.

عرض دانه و رقم مرودشت در سال اول کمترین مقدار عرض دانه را داشتند. شکل دانه عموماً با طول، عرض، محیط، کرویت و نسبت محورهای افقی تخمین زده می‌شود. مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که اندازه و شکل دانه گندم با وزن هزار دانه همبستگی مثبت دارد و بر عملکرد آرد،

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات براساس اثر متقابل سال × ژنوتیپ با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در ۲۱ ژنوتیپ گندم نان

صفت												لاین/رقم
Phe (cm)		DA (day)		DH (day)		KFP (day)		DM (day)		NS		
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	
۶۵/۴۵	۶۴/۳۹	۱۲۰/۴۸	۱۲۵/۵۳	۱۱۳/۵۳	۱۱۸/۱۵	۳۵/۰۹	۳۴/۹۱	۱۵۵/۵۷	۱۶۰/۴۴	۳۲۳/۶۷	۳۱۹/۶۷	15
۸۱/۳۰	۷۹/۶۰	۱۱۱/۵۹	۱۱۶/۳۵	۱۰۵/۷۷	۱۰۹/۷۳	۳۵/۰۹	۳۵/۱۴	۱۴۶/۶۸	۱۵۱/۴۹	۳۴۸/۹۰	۳۳۹/۱۳	8
۸۰/۶۵	۷۹/۱۴	۱۱۴/۲۹	۱۱۹/۱۹	۱۰۷/۱۶	۱۱۲/۲۸	۳۵/۰۱	۳۵/۵۵	۱۴۹/۳۰	۱۵۴/۷۴	۳۳۸/۹۰	۳۲۸/۱۰	14
۶۸/۲۹	۶۵/۸۵	۱۱۲/۶۱	۱۱۷/۷۶	۱۰۶/۳۸	۱۱۱/۳۶	۳۵/۰۲	۳۴/۶۴	۱۴۷/۶۳	۱۵۲/۴۰	۳۴۲/۱۷	۳۳۵/۹۳	2
۷۱/۷۲	۶۹/۲۱	۱۱۰/۴۷	۱۱۵/۳۵	۱۰۳/۶۰	۱۰۸/۷۸	۳۴/۷۶	۳۵/۳۰	۱۴۵/۲۳	۱۵۰/۶۵	۳۵۱/۶۳	۳۴۴/۶۳	36
۸۱/۵۵	۷۸/۳۴	۱۱۱/۵۴	۱۱۶/۱۲	۱۰۴/۲۳	۱۰۹/۱۱	۳۵/۰۰	۳۵/۱۶	۱۴۶/۵۴	۱۵۱/۲۸	۳۷۹/۰۰	۳۷۱/۹۷	59
۸۲/۴۱	۸۰/۳۸	۱۱۳/۶۵	۱۱۸/۶۶	۱۰۶/۸۰	۱۱۱/۷۱	۳۴/۴۲	۳۴/۹۴	۱۴۸/۰۷	۱۵۳/۶۰	۳۳۱/۷۷	۳۳۲/۲۰	34
۶۷/۵۶	۶۶/۶۹	۱۱۵/۵۹	۱۲۰/۳۷	۱۰۸/۶۴	۱۱۳/۴۸	۳۴/۹۸	۳۵/۳۹	۱۵۰/۵۷	۱۵۵/۷۶	۴۳۰/۳۳	۴۲۴/۷۷	48
۹۳/۱۱	۸۹/۹۴	۱۱۱/۲۸	۱۱۶/۶۶	۱۰۴/۵۱	۱۰۹/۳۸	۳۵/۹۳	۳۴/۶۴	۱۴۷/۲۰	۱۵۱/۳۰	۴۲۲/۲۷	۴۱۷/۷۳	40
۶۴/۷۵	۶۱/۹۷	۱۱۲/۵۹	۱۱۷/۵۶	۱۰۶/۶۷	۱۱۱/۷۴	۳۴/۹۱	۳۵/۳۵	۱۴۷/۵۰	۱۵۲/۹۱	۴۶۸/۳۷	۴۶۱/۷۰	29
۹۰/۴۵	۸۶/۲۸	۱۱۹/۴۸	۱۲۴/۴۶	۱۱۲/۵۰	۱۱۷/۴۱	۳۴/۸۲	۳۴/۶۳	۱۵۴/۲۹	۱۵۹/۰۹	۴۹۴/۲۷	۴۸۱/۸۷	73
۹۹/۳۵	۹۶/۲۸	۱۱۰/۵۷	۱۱۵/۹۲	۱۰۳/۴۷	۱۰۸/۶۶	۳۴/۸۰	۳۴/۴۹	۱۴۵/۳۸	۱۵۰/۴۱	۴۷۹/۰۳	۴۷۶/۸۷	66
۸۷/۱۰	۸۵/۶۷	۱۱۲/۴۱	۱۱۷/۷۴	۱۰۶/۴۹	۱۱۱/۱۸	۳۵/۲۸	۳۴/۵۹	۱۴۷/۶۹	۱۵۲/۳۳	۴۷۶/۰۷	۴۸۳/۳۳	77
۸۲/۲۷	۷۷/۵۷	۱۱۶/۵۸	۱۲۱/۲۸	۱۰۹/۵۵	۱۱۴/۷۷	۳۵/۰۹	۳۵/۲۷	۱۵۱/۶۶	۱۵۶/۵۶	۴۱۲/۳۰	۴۰۳/۵۰	63
۶۶/۲۳	۶۳/۵۴	۱۱۸/۳۰	۱۲۳/۲۱	۱۱۱/۶۲	۱۱۶/۲۵	۳۵/۱۲	۳۵/۵۹	۱۵۳/۴۲	۱۵۸/۸۰	۴۷۰/۶۷	۴۶۳/۲۰	Mv
۸۱/۶۰	۶۸/۰۴	۱۱۱/۴۹	۱۱۶/۳۴	۱۰۴/۳۶	۱۰۹/۸۳	۳۴/۹۷	۳۴/۹۶	۱۴۶/۴۶	۱۵۱/۲۹	۴۶۰/۶۳	۴۵۳/۶۳	M
۷۱/۶۲	۶۷/۸۲	۱۱۳/۶۰	۱۱۸/۱۳	۱۰۶/۴۷	۱۱۱/۳۴	۳۵/۰۶	۳۵/۲۸	۱۴۸/۶۰	۱۵۳/۴۲	۴۲۶/۵۳	۴۲۳/۹۳	R
۸۲/۰۷	۸۴/۴۷	۱۱۶/۷۸	۱۲۱/۶۲	۱۱۰/۲۱	۱۱۵/۸۳	۳۴/۸۶	۴۰/۶۰	۱۵۱/۶۳	۱۵۶/۲۲	۴۷۰/۷۰	۴۶۸/۶۳	S
۷۱/۷۲	۶۶/۸۶	۱۱۰/۴۶	۱۱۵/۳۸	۱۰۳/۶۳	۱۰۸/۱۸	۳۴/۹۲	۳۵/۲۹	۱۴۵/۳۸	۱۵۰/۶۷	۴۳۴/۸۷	۴۳۳/۹۳	KRY
۷۴/۴۶	۷۱/۹۲	۱۱۴/۵۶	۱۱۹/۷۰	۱۰۵/۳۳	۱۱۲/۷۵	۳۵/۲۲	۳۴/۶۷	۱۴۹/۷۸	۱۵۴/۳۷	۴۷۷/۹۰	۴۷۱/۷۰	C
۸۲/۲۵	۷۸/۳۴	۱۱۷/۵۳	۱۲۲/۲۲	۱۱۰/۳۰	۱۱۵/۲۱	۳۴/۹۰	۳۵/۲۹	۱۵۲/۴۲	۱۵۷/۵۱	۴۶۹/۳۰	۴۶۵/۹۷	Bz
۹۹/۳۵		۱۲۵/۵۳		۱۱۸/۱۵		۳۵/۹۵		۱۶۰/۴۴		۴۹۴/۲۷		بیشترین
۶۱/۹۷		۱۱۰/۴۶		۱۰۳/۴۷		۳۴/۴۲		۱۴۵/۲۳		۳۱۹/۶۷		کمترین
۷۶/۸۶		۱۱۶/۵۶		۱۰۹/۷۲		۳۵/۰۲		۱۵۱/۵۸		۴۱۷/۱۸		میانگین
۲/۶۱		۰/۴۵		۰/۴۵		۰/۷۴		۰/۶۱		۵/۵۱		LSD 1%

NS: تعداد سنبله در مترمربع؛ DM: روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ KFP: دوره پر شدن دانه؛ DH: روز تا سنبله‌دهی؛ DA: روز تا گرده‌افشانی؛ Phe: ارتفاع بوته Bz: رقم یک‌کراس زمستانه روشن؛ C: رقم ترابی؛ KRY: رقم کرایچف؛ M: مرودشت؛ MV: رقم MV17؛ R: رقم رسول و S: رقم سیستان.

ادامه جدول ۷- مقایسه میانگین صفات براساس اثر متقابل سال × ژنوتیپ با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در ۲۱ ژنوتیپ گندم نان

صفت												لاین/رقم
GW (mm)		GL (mm)		SW (g)		SL (cm)		FLW (cm)		PD (mm)		
سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	سال دوم	سال اول	
۲/۰۹	۲/۱۰	۵/۷۰	۵/۶۸	۳/۰۸	۳/۰۰	۹/۵۰	۹/۵۳	۱/۴۶	۱/۴۴	۳/۴۶	۳/۴۳	15
۱/۸۲	۱/۷۸	۵/۰۰	۴/۹۲	۲/۷۱	۲/۵۸	۱۰/۱۳	۱۰/۰۳	۱/۳۱	۱/۲۸	۳/۹۹	۳/۹۶	8
۲/۱۷	۲/۱۴	۵/۱۲	۵/۰۳	۳/۷۲	۳/۶۴	۸/۳۷	۸/۲۰	۱/۳۸	۱/۳۷	۳/۶۱	۳/۵۴	14
۱/۹۵	۱/۹۰	۵/۳۵	۵/۲۳	۲/۶۵	۲/۶۱	۱۰/۳۰	۱۰/۲۰	۱/۴۲	۱/۴۱	۴/۲۰	۴/۱۶	2
۱/۸۹	۱/۸۹	۴/۹۸	۴/۸۵	۲/۶۰	۲/۶۰	۱۱/۳۰	۱۱/۱۷	۱/۴۸	۱/۴۷	۴/۱۴	۴/۰۳	36
۲/۳۵	۲/۳۴	۵/۲۹	۵/۲۰	۲/۴۷	۲/۴۱	۹/۶۰	۹/۶۰	۱/۳۴	۱/۳۳	۳/۲۲	۳/۲۱	59
۲/۹۱	۲/۸۹	۶/۱۲	۶/۱۸	۳/۴۹	۳/۴۵	۱۱/۳۳	۱۱/۵۷	۱/۳۱	۱/۲۹	۳/۹۱	۳/۸۳	34
۲/۰۶	۱/۹۸	۵/۴۲	۵/۳۵	۳/۴۶	۳/۳۷	۱۱/۱۷	۱۰/۹۰	۱/۲۰	۱/۲۱	۳/۵۰	۳/۴۶	48
۲/۲۲	۲/۲۰	۵/۲۶	۵/۰۹	۲/۷۳	۲/۶۵	۱۰/۲۷	۱۰/۱۰	۱/۰۵	۱/۰۱	۳/۴۷	۳/۴۳	40
۲/۱۳	۲/۱۱	۵/۱۱	۵/۱۶	۳/۷۷	۳/۷۲	۷/۹۷	۸/۰۳	۱/۲۵	۱/۲۳	۴/۱۵	۴/۱۰	29
۱/۷۶	۱/۶۸	۴/۴۰	۴/۲۴	۲/۸۱	۲/۷۱	۱۱/۸۰	۱۱/۶۰	۱/۶۱	۱/۵۷	۴/۰۹	۴/۰۳	73
۲/۲۳	۲/۲۱	۵/۵۱	۵/۵۰	۲/۶۱	۲/۵۵	۱۰/۵۰	۱۰/۳۰	۱/۴۹	۱/۴۵	۳/۱۷	۳/۱۲	66
۲/۲۱	۲/۱۶	۶/۸۴	۶/۹۱	۳/۸۶	۳/۸۱	۱۰/۷۰	۱۰/۸۰	۱/۴۷	۱/۴۳	۴/۱۰	۳/۹۳	77
۳/۰۱	۲/۹۷	۶/۶۳	۶/۶۱	۲/۴۲	۲/۳۳	۹/۶۰	۹/۷۳	۱/۲۵	۱/۲۳	۳/۰۸	۳/۰۲	63
۳/۰۷	۳/۰۳	۶/۵۳	۶/۴۸	۲/۵۵	۲/۵۱	۹/۴۰	۹/۱۰	۲/۲۳	۲/۱۹	۴/۱۰	۴/۰۴	Mv
۱/۶۷	۱/۶۲	۴/۷۵	۴/۷۲	۲/۸۹	۲/۸۶	۹/۸۰	۹/۶۷	۲/۲۰	۲/۱۷	۴/۱۲	۴/۰۴	M
۲/۶۶	۲/۶۲	۵/۸۱	۵/۷۸	۳/۵۲	۳/۴۲	۱۱/۴۰	۱۱/۰۳	۱/۲۴	۱/۲۲	۳/۵۴	۳/۵۱	R
۳/۲۷	۳/۲۴	۶/۹۶	۷/۰۱	۲/۴۲	۲/۳۵	۱۱/۱۰	۱۱/۰۷	۱/۳۱	۱/۳۳	۳/۳۰	۳/۲۰	S
۲/۱۲	۲/۱۱	۴/۸۰	۴/۶۹	۲/۴۳	۲/۳۵	۹/۴۰	۹/۱۰	۱/۴۱	۱/۳۶	۳/۹۹	۳/۸۹	KRY
۲/۰۵	۲/۰۰	۵/۰۸	۴/۹۷	۲/۹۰	۲/۸۶	۹/۳۰	۹/۱۰	۱/۴۶	۱/۴۶	۳/۹۴	۳/۸۳	C
۲/۲۶	۲/۱۸	۷/۰۴	۶/۹۶	۲/۲۱	۲/۱۱	۸/۷۰	۸/۴۰	۱/۶۸	۱/۷۱	۲/۵۳	۲/۴۵	Bz
۳/۲۷		۷/۰۱		۳/۸۶		۱۱/۸۰		۲/۲۳		۴/۲۰		بیشترین
۱/۶۲		۱/۷۴		۲/۲۱		۷/۹۷		۱/۰۱		۲/۴۵		کمترین
۲/۲۶		۵/۵۸		۲/۸۹		۱۰/۰۲		۱/۴۵		۳/۶۶		میانگین
۰/۰۵		۰/۱۳		۰/۰۴		۰/۲۶		۰/۰۳		۰/۰۶		LSD 1%

PD: قطر پدانکل؛ FLW: عرض برگ پرچم؛ SL: طول سنبله؛ SW: وزن سنبله؛ GL: طول دانه، GW: عرض دانه. Bz: رقم یک کراس زمستانه روشن؛ C: رقم ترابی؛ KRY: رقم کرایچف؛ M: مرودشت؛ Mv: رقم MV17؛ R: رقم رسول و S: رقم سیستان.

به‌همراه صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در بوته، در تعیین عملکرد گندم از اهمیت حیاتی برخوردار است. ژنوتیپ‌های دارای مقادیر بالا برای صفات فوق، جهت به‌کارگیری در برنامه‌های معرفی رقم مناسب هستند. همچنین به‌منظور ایجاد جمعیت‌های در حال تفرق جدید برای صفات موردنظر، می‌توان لاین‌های دارای مقادیر حداقل و حداکثر را تلاقی داد.

مقایسه میانگین براساس اثر ژنوتیپ برای سرعت پر شدن دانه نشان داد لاین ۸ و رقم MV17 به‌ترتیب بیشترین و کمترین سرعت پر شدن دانه را داشتند (جدول ۸). لاین ۶۶ و لاین ۲ به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول پدانکل بودند. رقم رسول بیشترین و رقم یک کراس زمستانه روشن کمترین تراکم سنبله را داشتند و لاین ۸ بیشترین و لاین ۵۹ دارای کمترین وزن هزار دانه بود. وزن هزار دانه

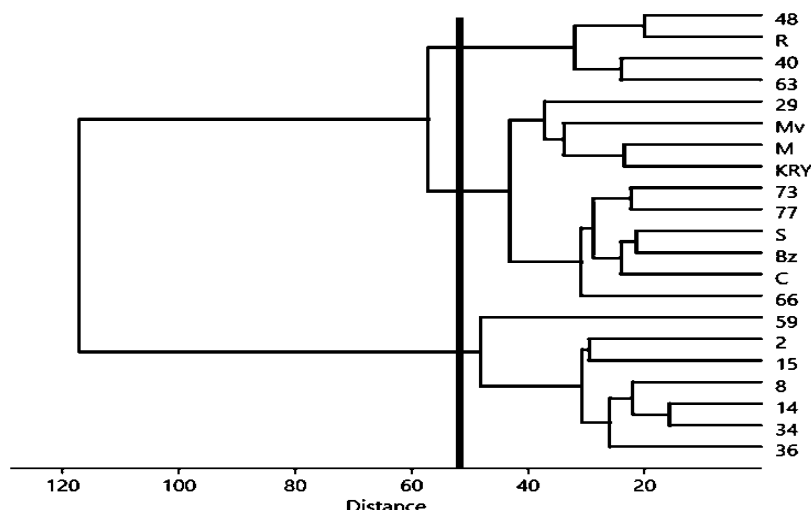
جدول ۸- مقایسه میانگین صفات براساس اثر ژنوتیپ با استفاده از آزمون  
حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در ۲۱ ژنوتیپ گندم نان

صفت				
SpD	PL (cm)	KFR (mg/day)	TKW (g)	لاین/رقم
۶۱/۱۸	۲۸/۸۲	۱/۱۶	۴۰/۷۰	15
۶۳/۳۱	۲۶/۰۲	۱/۴۶	۵۱/۱۸	8
۶۶/۳۰	۲۶/۴۱	۱/۳۹	۴۸/۹۵	14
۶۵/۰۲	۱۶/۹۹	۱/۰۸	۳۷/۴۵	2
۶۴/۳۵	۲۸/۶۰	۱/۱۰	۳۸/۵۷	36
۶۶/۰۸	۳۲/۵۶	۰/۸۰	۲۸/۰۳	59
۶۶/۲۵	۲۶/۶۳	۱/۲۰	۴۱/۴۷	34
۵۷/۳۰	۲۲/۵۳	۱/۱۸	۴۱/۶۷	48
۶۱/۶۹	۳۱/۷۶	۱/۰۰	۳۵/۳۰	40
۶۵/۱۸	۲۴/۸۰	۱/۳۶	۴۷/۸۲	29
۶۲/۷۷	۴۴/۴۳	۱/۲۱	۴۲/۱۳	73
۶۴/۷۷	۴۶/۲۸	۰/۹۵	۳۲/۸۵	66
۶۹/۰۴	۳۹/۵۶	۱/۱۴	۳۹/۷۲	77
۶۶/۶۱	۳۷/۷۵	۱/۰۰	۳۵/۳۰	63
۶۲/۵۰	۴۲/۳۰	۰/۸۰	۲۸/۱۸	Mv
۶۷/۶۵	۳۰/۱۴	۱/۰۶	۳۷/۱۸	M
۷۱/۱۵	۳۳/۱۳	۱/۰۰	۳۵/۱۳	R
۶۶/۹۰	۳۱/۸۴	۱/۲۱	۴۲/۰۸	S
۶۸/۶۳	۲۲/۰۹	۰/۹۷	۳۴/۱۷	KRY
۶۳/۲۹	۴۵/۹۸	۱/۲۲	۴۲/۶۲	C
۶۱/۱۳	۴۴/۴۹	۱/۱۸	۴۱/۴۲	Bz
۷۱/۱۵	۴۶/۲۸	۱/۴۶	۵۱/۱۸	بیشترین
۶۱/۱۳	۱۶/۹۹	۰/۸۰	۲۸/۰۳	کمترین
۶۵/۲۹	۳۲/۵۳	۱/۱۲	۳۹/۱۴	میانگین
۱/۱۹	۱/۶۸	۰/۰۴	۱/۵۱	LSD 1%

TKW: وزن هزار دانه؛ KFR: سرعت پر شدن دانه؛ PL: طول پدانکل؛ SpD: تراکم سنبله. Bz: رقم بک کراس زمستانه روشن؛ C: رقم ترابی؛ KRY: رقم کرایچف؛ M: مرودشت؛ Mv: رقم MV17؛ R: رقم رسول و S: رقم سیستان.

برش با استفاده از تابع تشخیص انجام شد (نتایج نشان داده نشده است).

تجزیه خوشه‌ای به روش Ward با استفاده از ضریب فاصله اقلیدسی در سال اول، ژنوتیپ‌ها را در سه گروه مجزا قرار داد (شکل ۱). ضریب کوفنتیک نمودار ۰/۸۷ و تعیین خط



شکل ۱ - نمودار حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم نان در سال اول به روش UPGMA با استفاده از ضریب فاصله اقلیدسی (ضریب کوفنتیک: ۰/۸۸)

Bz: رقم یک‌کراس زمستانه روشن؛ C: رقم ترابی؛ KRY: رقم کرایچف؛ M: مرودشت؛ Mv: رقم MV17؛ R: رقم رسول و S: رقم سیستان

قطر پدانکل، وزن دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بیشترین مقدار را داشت. از آنجایی که هدف نهایی به نژادگران افزایش عملکرد گیاهان زراعی است و بین سرعت پرشدن دانه با عملکرد و اجزای عملکرد روابط مستقیم وجود دارد، می‌توان از این روابط در گزینش غیرمستقیم بهره‌برداری نمود (Moradi *et al.*, 2010). تعداد سنبلچه و وزن دانه در سنبله نیز از عوامل تعیین‌کننده تعداد و اندازه دانه‌ها بوده و نقش مستقیمی در عملکرد نهایی دارند (Vicentin *et al.*, 2024). علاوه بر این، تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که صفات مورفولوژیک مرتبط با دانه مانند اندازه و شکل دانه به‌طور مستقیم با وزن هزار دانه و عملکرد مرتبط هستند (Abdipour *et al.*, 2016). تجزیه خوشه‌ای بر اساس داده‌های سال دوم، ژنوتیپ‌ها را در سه گروه مختلف قرار داد (شکل ۲).

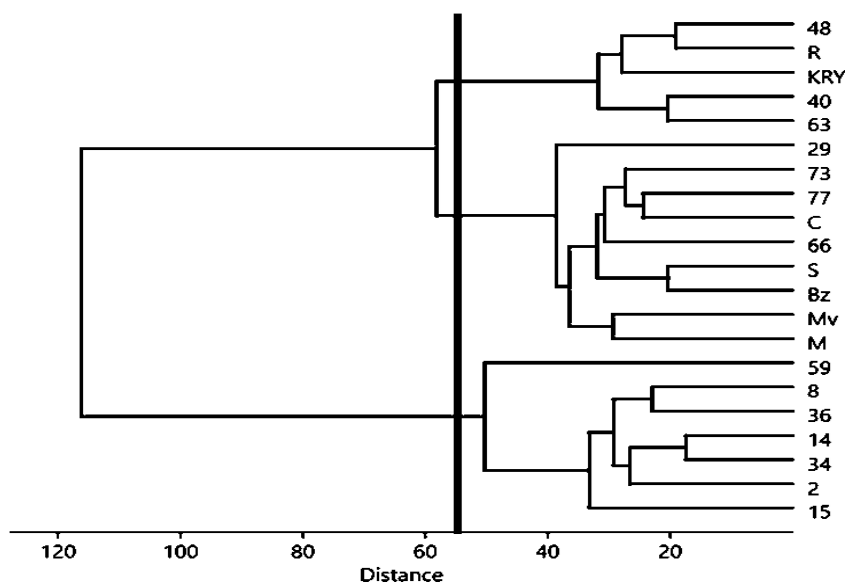
گروه اول شامل لاین‌های ۴۸، ۴۰، ۶۳ و رقم رسول است که دارای کمترین سرعت پر شدن دانه، قطر پدانکل، عرض برگ پرچم، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بودند (جدول ۹). این گروه از نظر طول دوره پر شدن دانه، طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، تراکم سنبله، طول ریشک، طول و عرض دانه میانگین بالاتری نسبت به دو گروه دیگر داشت. گروه دوم شامل لاین‌های ۲۹، ۷۳، ۷۷ و ۶۶ و ارقام MV17، مرودشت، کرایچف، سیستان، یک‌کراس زمستانه روشن و ترابی است که دارای کمترین دوره پر شدن دانه، طول سنبله، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه در سنبله بود. این گروه بیشترین روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول و عرض برگ پرچم و تعداد سنبله در مترمربع را داشت. گروه سوم شامل لاین‌های ۵۹، ۲، ۱۵، ۸، ۱۴، ۳۴ و ۳۶ است که دارای کمترین روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول برگ پرچم، تراکم سنبله، طول ریشک، طول و عرض دانه و تعداد سنبله در مترمربع بود. این گروه از نظر سرعت پر شدن دانه،

جدول ۹- میانگین و انحراف معیار (SD) خوشه‌ها از نظر صفات بررسی شده در سال اول آزمایش

میانگین											خوشه
SL (cm)	FLW (cm)	FLL (cm)	PD (mm)	PL (cm)	Phe (cm)	KFR (mg/day)	KFP (day)	DM (day)	DA (day)	DH (day)	
۱۰/۴۴	۱/۱۷	۱۹/۳۶	۳/۳۶	۳۰/۶۰	۷۵/۵۱	۱/۰۳	۳۵/۱۵	۱۵۴/۲۶	۱۱۹/۱۱	۱۱۲/۲۴	اول
۹/۷۲	۱/۵۹	۲۰/۸۶	۳/۶۶	۳۶/۰۹	۷۶/۳۴	۱/۱۰	۳۴/۹۵	۱۵۴/۳۶	۱۱۹/۴۲	۱۱۲/۷۰	دوم
۱۰/۰۴	۱/۳۷	۱۸/۶۲	۳/۷۴	۲۶/۰۹	۷۳/۸۴	۱/۱۵	۳۵/۰۹	۱۵۳/۵۱	۱۱۸/۴۲	۱۱۱/۵۹	سوم
۹/۹۶	۱/۴۴	۱۹/۸۳	۳/۶۳	۳۱/۷۱	۷۵/۳۵	۱/۱۰	۳۵/۰۳	۱۵۴/۰۶	۱۱۹/۰۳	۱۱۲/۲۴	کل
۱/۰۷	۰/۲۹	۲/۸۰	۰/۴۵	۸/۵۴	۹/۶۹	۰/۱۷	۰/۳۵	۳/۰۷	۳/۰۴	۳/۰۲	انحراف معیار (SD)

میانگین											خوشه
GY (ton/ha)	NS	TKW (g)	GW (mm)	GL (mm)	AL (cm)	SpD	NSPS	NKPS	WKPS (g)	SW (g)	
۲/۷۴	۴۱۷/۴۸	۳۶/۲۸	۲/۴۴	۵/۷۱	۶/۱۷	۶۶/۶۰	۱۹/۵۹	۵۴/۴۷	۱/۹۸	۲/۹۴	اول
۲/۹۴	۴۶۶/۰۸	۳۸/۳۰	۲/۲۳	۵/۶۶	۵/۶۳	۶۴/۶۸	۱۸/۹۶	۵۱/۷۸	۱/۹۶	۲/۷۸	دوم
۴/۱۳	۳۳۸/۸۰	۴۰/۳۱	۲/۱۵	۵/۳۰	۴/۳۱	۶۴/۳۳	۲۰/۵۸	۵۳/۲۲	۲/۱۵	۲/۹۰	سوم
۳/۲۹	۴۱۴/۴۰	۳۸/۵۹	۲/۲۵	۵/۵۵	۵/۳۰	۶۴/۹۳	۱۹/۶۲	۵۲/۷۷	۲/۰۳	۲/۸۵	کل
۱/۳۵	۵۹/۴۲	۵/۹۹	۰/۴۵	۰/۸۳	۲/۳۱	۲/۸۲	۱/۹۵	۶/۸۶	۰/۳۱	۰/۵۱	انحراف معیار (SD)

DH: روز تا سنبله‌دهی؛ DA: روز تا گرده‌افشانی؛ DM: روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ KFP: دوره پر شدن دانه؛ KFR: سرعت پر شدن دانه؛ Phe: ارتفاع بوته؛ PL: طول پدانکل؛ PD: قطر پدانکل؛ FLL: طول برگ پرچم؛ FLW: عرض برگ پرچم؛ SL: طول سنبله؛ SW: وزن سنبله؛ WKPS: وزن دانه در سنبله؛ NKPS: تعداد دانه در سنبله؛ NSPS: تعداد سنبله‌چهره در سنبله؛ SpD: تراکم سنبله؛ AL: طول ریشک؛ GL: طول دانه؛ GW: عرض دانه؛ TKW: وزن هزار دانه؛ NS: تعداد سنبله در مترمربع؛ GY: عملکرد دانه.



شکل ۲- نمودار حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های گندم نان در سال دوم به روش UPGMA با استفاده از ضریب فاصله اقلیدسی (ضریب کوفنتیک: ۰/۸۷)

Bz: رقم یک کراس زمستانه روشن؛ C: رقم ترابی؛ KRY: رقم کرایچف؛ M: مرودشت؛ Mv: رقم MV17؛ R: رقم رسول و S: رقم سیستان

عرض برگ پرچم و تعداد سنبله در مترمربع را داشت. گروه سوم شامل لاین‌های ۵۹، ۸، ۳۶، ۱۴، ۳۴، ۲ و ۱۵ بود. این خوشه کمترین روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، دوره پر شدن دانه، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول برگ پرچم، تراکم سنبله، طول ریشک، طول و عرض دانه و تعداد سنبله در مترمربع بود. این خوشه دارای بیشترین سرعت پر شدن دانه، قطر پدانکل، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بود. ژنوتیپ‌های موجود در این خوشه دارای ترکیبی از صفات مرتبط با زودرسی، پاکوتاهی و توان تولید بالا هستند و می‌توان ژنوتیپ‌های این خوشه را به‌عنوان والدین جدید در برنامه‌های به‌نژادی برای تولید نسل‌های جدید با عملکرد بالا و دوره رشد کوتاه انتخاب نمود.

لاین‌های ۴۸، ۴۰ و ۶۳ و همچنین ارقام رسول و کرایچف در گروه اول جای گرفتند. این گروه دارای کمترین روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، سرعت پر شدن دانه، قطر پدانکل، عرض برگ پرچم، وزن دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه بود و از نظر طول دوره پر شدن دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، تراکم سنبله، طول ریشک، طول و عرض دانه نسبت به دو خوشه دیگر میانگین بالاتری داشت (جدول ۱۰). گروه دوم متشکل از لاین‌های ۲۹، ۷۳، ۷۷ و ۶۶ و همچنین ارقام ترابی، سیستان، بک-کراس زمستانه روشن، MV17 و مرودشت بود. خوشه دوم دارای کمترین طول سنبله، وزن سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در سنبله و روی دانه بود. این گروه بیشترین روز تا سنبله‌دهی، روز تا گرده‌افشانی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول و

جدول ۱۰- میانگین و انحراف معیار (SD) خوشه‌ها از نظر صفات بررسی شده در سال دوم آزمایش

میانگین											خوشه
SL (cm)	FLW (cm)	FLL (cm)	PD (mm)	PL (cm)	Phe (cm)	KFR (mg/day)	KFP (day)	DM (day)	DA (day)	DH (day)	
۱۰/۳۷	۱/۲۳	۲۲/۴۹	۳/۵۲	۳۰/۳۷	۷۷/۲۶	۱/۰۵	۳۵/۱۹	۱۴۸/۶۸	۱۱۳/۵۰	۱۰۶/۵۶	اول
۹/۹۲	۱/۶۳	۲۳/۱۴	۳/۷۲	۳۹/۸۸	۸۰/۹۲	۱/۱۴	۳۴/۹۹	۱۴۹/۸۴	۱۱۴/۸۶	۱۰۷/۸۸	دوم
۱۰/۰۸	۱/۳۹	۲۱/۴۰	۳/۷۹	۲۷/۰۶	۷۵/۹۱	۱/۱۹	۳۴/۹۱	۱۴۸/۴۳	۱۱۳/۵۲	۱۰۶/۷۸	سوم
۱۰/۰۸	۱/۴۶	۲۲/۴۰	۳/۷۰	۳۳/۳۴	۷۸/۳۸	۱/۱۳	۳۵/۰۱	۱۴۹/۱۰	۱۱۴/۰۹	۱۰۷/۲۰	کل
۱/۰۶	۰/۲۹	۳/۰۹	۰/۴۶	۸/۷۵	۹/۶۰	۰/۱۷	۰/۲۸	۳/۰۷	۳/۰۷	۳/۰۵	انحراف معیار

میانگین											خوشه
GY (ton/ha)	NS	TKW (g)	GW (mm)	GL (mm)	AL (cm)	SpD	NSPS	NKPS	WKPS (g)	SW (g)	
۲/۷۹	۴۲۵/۲۶	۳۶/۹۱	۲/۴۱	۵/۵۸	۶/۴۰	۶۷/۲۶	۱۹/۶۸	۵۵/۹۷	۲/۰۲	۲/۹۱	اول
۳/۱۷	۴۷۵/۳۱	۳۹/۸۲	۲/۳۰	۵/۸۰	۵/۶۷	۶۵/۳۰	۱۹/۵۹	۵۳/۵۱	۲/۰۸	۲/۸۹	دوم
۴/۲۹	۳۴۵/۱۵	۴۱/۵۰	۲/۱۷	۵/۳۶	۴/۳۶	۶۴/۹۵	۲۱/۳۳	۵۵/۰۵	۲/۲۲	۲/۹۶	سوم
۳/۴۶	۴۱۹/۹۷	۳۹/۶۹	۲/۲۸	۵/۶۰	۵/۴۱	۶۵/۶۵	۲۰/۱۹	۵۴/۶۱	۲/۱۱	۲/۹۲	کل
۱/۳۹	۵۹/۰۹	۶/۰۸	۰/۴۵	۰/۷۹	۲/۳۶	۲/۶۴	۱/۹۳	۷/۰۸	۰/۳۱	۰/۵۱	انحراف معیار

DH: روز تا سنبله‌دهی؛ DA: روز تا گرده‌افشانی؛ DM: روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ KFP: دوره پر شدن دانه؛ KFR: سرعت پر شدن دانه؛ Phe: ارتفاع بوته؛ PL: طول پدانکل؛ PD: قطر پدانکل؛ FLL: طول برگ پرچم؛ FLW: عرض برگ پرچم؛ SL: طول سنبله؛ SW: وزن سنبله؛ WKPS: وزن دانه در سنبله؛ NKPS: تعداد دانه در سنبله؛ NSPS: تعداد سنبله در سنبله؛ SpD: تراکم سنبله؛ AL: طول ریشک؛ GL: طول دانه، GW: عرض دانه؛ TKW: وزن هزار دانه؛ NS: تعداد سنبله در مترمربع؛ GY: عملکرد دانه.

بودند. عملکرد بالاتر گروه سوم را می‌توان با زودرسی، سرعت پر شدن دانه بیشتر و نیز ارتفاع کمتر بوته مرتبط دانست که در نتیجه آن مواد مغذی بیشتر صرف پر شدن دانه شده و باعث افزایش وزن هزار دانه شده است. دو لاین پر عملکرد ۸ و ۱۴ نیز میانگین عملکرد این گروه را بالا برده بودند. Zewdu و همکاران (2024) تعداد ۶۴ ژنوتیپ گندم

در نهایت، مقایسه تجزیه خوشه‌ای دو سال نشان می‌دهد دو نمودار تطابق زیادی با هم دارند و ژنوتیپ‌ها در هر دو سال گروه‌بندی تقریباً یکسانی داشته‌اند، بجز رقم کرایچف که در سال اول به خوشه دو و در سال دوم به خوشه اول نمودار تعلق داشت. در هر دو نمودار گروه اول کم عملکرد، گروه دوم عملکرد متوسط و گروه سوم دارای عملکرد بالایی

نتایج تجزیه همبستگی در سال اول و سال دوم نشان داد که در هر دو سال عملکرد، با سرعت پر شدن دانه و تعداد سنبلچه در سنبله و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی دار نشان داد (جدول ۱۱ و ۱۲). عملکرد دانه در هر دو سال با جزء مهم عملکرد یعنی وزن هزار دانه همبستگی نشان داد. نتایج بیانگر آن است که وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله از اجزای اصلی عملکرد محسوب می‌شوند و نقش کلیدی در تعیین عملکرد نهایی گیاه دارند. همچنین، ارتباط مثبت عملکرد با سرعت پر شدن دانه نشان می‌دهد که گیاهان دارای سرعت بالای پر شدن دانه، می‌توانند وزن دانه بالاتر و در نتیجه عملکرد بهتری داشته باشند.

نان را از نظر ۱۶ صفت مختلف زراعی بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد ژنوتیپ‌ها در پنج خوشه قرار می‌گیرند. خوشه دوم که دارای بیشترین عملکرد دانه بود از نظر تعداد روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و شاخص برداشت نیز بیشترین میانگین را بین گروه‌ها داشت. بررسی ۳۶ ژنوتیپ گندم نان توسط Balcha و همکاران (2022) نشان داد ژنوتیپ‌ها در چهار گروه مجزا قرار می‌گیرند و گروه دوم و سوم که دارای عملکرد دانه بالاتری بودند دیررس‌تر بودند. در پژوهش دیگری روی ۱۰۰ ژنوتیپ گندم نان، خوشه دارای کمترین عملکرد از نظر وزن هزار دانه، روز تا رسیدگی، دوره پر شدن دانه و بیوماس کمترین مقدار را بین پنج خوشه به خود اختصاص داد (Gelgu, 2024).

جدول ۱۱- ضریب همبستگی پیرسون برای صفات مورد بررسی در سال اول آزمایش

NS	TKW	GW	GL	AL	SpD	NSPS	NKPS	WKPS	SW	SL	FLW	FLL	PD	PL	Phe	KFR	KFP	DM	DA	DH	Traits																					
																					۰/۹۹**	DA																				
																					۰/۹۹**	۰/۹۸**	DM																			
																					۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۰۳	KFP																		
																					-۰/۰۵	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۷	KFR																	
																					۰/۰۵	-۰/۵۸**	-۰/۱۷	-۰/۱۰	-۰/۱۳	Phe																
																					۰/۴۷*	-۰/۲۱	-۰/۲۶	۰/۳۲	۰/۳۶	۰/۳۲	PL															
																					-۰/۳۷	-۰/۳۹	۰/۱۸	-۰/۰۳	-۰/۲۴	-۰/۲۱	PD															
																						۰/۳۶	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۳۳	-۰/۲۹	-۰/۲۷	FLL														
																						-۰/۱۴	۰/۲۰	۰/۳۳	-۰/۲۶	۰/۱۴	۰/۲۴	FLW														
																						-۰/۲۱	۰/۳۴	۰/۱۶	۰/۰۰	۰/۳۳	-۰/۰۶	-۰/۴۵*	-۰/۰۷	-۰/۰۱	-۰/۰۱	SL										
																						۰/۰۵	-۰/۲۳	۰/۲۲	۰/۳۷	-۰/۲۵	۰/۴۲	۰/۰۹	-۰/۰۵	-۰/۰۶	-۰/۰۴	SW										
																						۰/۸۴**	-۰/۱۰	-۰/۱۴	۰/۰۷	-۰/۳۴	-۰/۲۸	۰/۵۰*	۰/۳۹	-۰/۰۳	-۰/۰۸	-۰/۰۵	WKPS									
																						-۰/۵۵**	۰/۶۰**	۰/۰۰	۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۴۸*	-۰/۲۲	-۰/۳۸	-۰/۲۷	۰/۲۴	-۰/۳۰	-۰/۳۳	NKPS								
																						-۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۱۱	۰/۲۱	-۰/۳۱	-۰/۱۴	-۰/۱۱	۰/۰۸	۰/۵۱*	-۰/۱۶	۰/۴۰	۰/۴۳	۰/۴۳	NSPS							
																						-۰/۱۹	۰/۴۳*	۰/۳۸	۰/۴۲	۰/۲۹	-۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۱۰	-۰/۳۱	-۰/۰۹	-۰/۱۳	۰/۱۶	-۰/۳۵	-۰/۳۷	-۰/۳۳	SpD					
																						۰/۱۳	-۰/۱۴	-۰/۲۹	-۰/۲۶	-۰/۰۸	۰/۳۲	-۰/۳۴	۰/۴۴*	-۰/۳۲	۰/۲۰	۰/۲۸	-۰/۰۴	-۰/۲۹	-۰/۲۳	-۰/۲۰	۲۰۰	AL				
																						۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۰۶	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۶	-۰/۱۰	-۰/۵۱*	۰/۳۰	۰/۱۵	-۰/۱۴	۰/۰۰	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۴۰	GL			
																						۰/۷۴**	-۰/۰۴	۰/۲۰	۰/۰۵	۰/۱۳	-۰/۰۴	-۰/۱۱	۰/۱۰	-۰/۰۸	-۰/۱۷	-۰/۳۶	۰/۱۸	۰/۱۰	-۰/۳۳	۰/۱۳	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۳۰	GW		
																						-۰/۳۲	-۰/۱۴	-۰/۰۵	-۰/۱۱	۰/۵۰*	-۰/۲۶	۰/۵۳*	۰/۴۳	-۰/۰۹	-۰/۲۷	۰/۳۱	۰/۱۷	-۰/۲۳	۰/۰۱	۱/۰۰**	۰/۰۲	۰/۱۲	۰/۱۲	۰/۱۷	TKW	
																						-۰/۱۹	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۳۲	۰/۰۶	-۰/۳۶	-۰/۰۸	-۰/۲۷	-۰/۰۹	-۰/۰۴	۰/۳۰	۰/۳۵	-۰/۱۱	۰/۶۱**	۰/۲۱	-۰/۱۷	-۰/۲۵	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۴	NS
																						-۰/۳۳	۰/۵۰*	-۰/۰۹	-۰/۰۹	-۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۵۱*	-۰/۳۵	۰/۲۶	۰/۰۱	-۰/۰۲	-۰/۲۰	-۰/۰۸	-۰/۱۲	-۰/۰۷	۰/۲۶	۰/۵۰*	۰/۰۵	-۰/۰۳	-۰/۰۳	GY

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد. DH: روز تا سنبله‌دهی؛ DA: روز تا گرده‌افشانی؛ DM: روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ KFP: دوره پر شدن دانه؛ KFR: سرعت پر شدن دانه؛ Phe: ارتفاع بوته؛ PL: طول پدانکل؛ PD: قطر پدانکل؛ FLL: طول برگ پرچم؛ FLW: عرض برگ پرچم؛ SL: طول سنبله؛ SW: وزن سنبله؛ WKPS: وزن دانه در سنبله؛ NKPS: تعداد دانه در سنبله؛ NSPS: تعداد سنبلچه در سنبله؛ SpD: تراکم سنبله؛ AL: طول ریشک؛ GL: طول دانه؛ GW: عرض دانه؛ TKW: وزن هزار دانه؛ NS: تعداد سنبله در مترمربع؛ GY: عملکرد دانه.

جدول ۱۲- ضرایب همبستگی پیرسون برای صفات مورد بررسی در سال دوم آزمایش

NS	TKW	GW	GL	AL	SpD	NSPS	NKPS	WKPS	SW	SL	FLW	FLL	PD	PL	Phe	KFR	KFP	DM	DA	DH	Traits
																					DA
																					DM
																					KFP
																					KFR
																					Phe
																					PL
																					PD
																					FLL
																					FLW
																					SL
																					SW
																					WKPS
																					NKPS
																					NSPS
																					SpD
																					AL
																					GL
																					GW
																					TKW
																					NS
																					GY

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح پنج و یک درصد. DH: روز تا سنبله‌دهی؛ DA: روز تا گرده‌افشانی؛ DM: روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ KFP: دوره پر شدن دانه؛ KFR: سرعت پر شدن دانه؛ Phe: ارتفاع بوته؛ PL: طول پدانکل؛ PD: قطر پدانکل؛ FLL: طول برگ پرچم؛ FLW: عرض برگ پرچم؛ SL: طول سنبله؛ SW: وزن سنبله؛ WKPS: وزن دانه در سنبله؛ NKPS: تعداد دانه در سنبله؛ NSPS: تعداد سنبلچه در سنبله؛ SpD: تراکم سنبله؛ AL: طول ریشک؛ GL: طول دانه؛ GW: عرض دانه؛ TKW: وزن هزار دانه؛ NS: تعداد سنبله در مترمربع؛ GY: عملکرد دانه.

Jocković و همکاران (2014) نیز همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین وزن هزار دانه و سرعت پر شدن دانه گزارش نمودند که بیانگر نقش اساسی سرعت پر شدن دانه بر وزن نهایی دانه‌هاست. Hong-jie و همکاران (2019) هم با بررسی دو رقم بهاره و شش رقم نیمه زمستانه دریافتند با توجه به همبستگی بالا و معنی‌داری بین وزن هزار دانه با میانگین و بیشینه سرعت پر شدن دانه (به ترتیب  $r=0/87^{**}$  و  $r=0/72^{*}$ ) دریافتند وزن هزار دانه تا حد زیادی تحت تأثیر سرعت پر شدن دانه به‌ویژه در مراحل میانی و اواخر پر شدن دانه بود. محققان دیگری نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های گندم نان با عملکرد دانه در شرایط دیم و آبیاری گزارش کردند (Javed et al., 2022). در این تحقیق طول دانه در سال اول با قطر پدانکل همبستگی منفی ( $r=-0/51^{*}$ ) و با عرض دانه ( $r=0/74^{**}$ ) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد. سال دوم نیز همبستگی آن با قطر پدانکل منفی ( $r=-0/50^{*}$ ) و با عرض دانه مثبت بود ( $r=0/75^{**}$ ) و همکاران (2021) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول و عرض دانه ژنوتیپ‌های گندم گزارش کردند. Ebadi, و Joudi (2015)

Dutamo و همکاران (2015) همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد سنبلچه در سنبله و وزن هزاردانه در ژنوتیپ‌های گندم نان مشاهده کردند. Ayer و همکاران (2017) نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه گزارش کردند. Rana و همکاران (2024) نیز در پژوهش‌های خود روی گندم نان همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه مشاهده کردند. در پژوهشی (Abdurezake et al., 2023) نیز همبستگی عملکرد دانه با وزن هزاردانه و تعداد سنبلچه در سنبله ژنوتیپ‌های گندم نان مثبت و معنی‌دار گزارش شده است. وزن هزاردانه در سال اول با سرعت پر شدن دانه ( $r=1/0^{**}$ )، وزن دانه در سنبله ( $r=0/52^{*}$ )، تعداد سنبلچه در سنبله ( $r=0/50^{*}$ ) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. سال دوم مانند سال اول، وزن هزار دانه همبستگی معنی‌داری با سرعت پر شدن دانه ( $r=1/0^{**}$ )، تعداد سنبلچه در سنبله ( $r=0/52^{*}$ )، همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. همبستگی مثبت و کامل وزن هزاردانه با سرعت پر شدن دانه در هر دو سال انجام آزمایش قابل توجه است.

۳۴، ۲ و ۱۵، خصوصاً شماره‌های ۸، ۵۹ و ۱۴ برای بهبود بهره‌وری تولید گندم در شرایط اقلیمی خاص عراق مناسب تشخیص داده شدند.

#### سپاسگزاری

از دانشگاه رازی و دانشگاه القاسم الخضراء از کشور عراق بابت حمایت و همکاری در جهت اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

با بررسی ۸۱ رقم گندم نان همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن هزاردانه و تعداد دانه در سنبله گزارش کردند.

#### نتیجه‌گیری کلی

لاین‌های با عملکرد بالا که ویژگی‌هایی مانند زودرسی، سرعت بیشتر پر شدن دانه، وزن هزار دانه بالا و ارتفاع کمتر بوته داشتند از جمله لاین‌های موجود در خوشه‌ی سوم تجزیه خوشه‌ای شامل لاین‌های شماره‌ی ۵۹، ۸، ۳۶، ۱۴،

#### منابع

- Abdelghany, M., Saad, K.I., Zayed, E. M., El sayed, Y. S., & Amer, K. E. (2023). Genetic variability, principle components and cluster analysis of twenty-eight egyptian wheat genotypes. *Scientific Journal of Agricultural Sciences*, 5(1), 107-118. <https://doi.org/10.21608/sjas.2023.179573.1272>
- Abdipour, M., Ebrahimi, M., Izadi-Darbandi, A., Mastrangelo, A. M., Najafian, G., Arshad, Y., & Mirniyam, G. (2016). Association between grain size and shape and quality traits, and path analysis of thousand grain weight in Iranian bread wheat landraces from different geographic regions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(1), 228–236. <https://doi.org/10.15835/nbha44110256>
- Abdurezake, M., Bekeko, Z., & Mohammed, A. (2023). Genetic variability and path coefficient analysis among bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for yield and yield-related traits in bale highlands, southeastern Ethiopia. *Agrosystems, Geosciences & Environment*, 7(2), 20515. <https://doi.org/10.1002/agg2.20515>
- Abou-Zeid, MA. (2014). Identification of yellow rust resistance gene Yr 18 in Egyptian wheat germplasm by molecular markers. "2nd International Wheat Stripe Rust Symposium" Izmir, Turkey 28, 3-7 <https://doi.org/10.35248/2157-7471.19.10.483>
- Aghaei, N. (2018). Evaluation of agronomic-morphological traits in recombinant lines of durum wheat under dryland conditions (*Triticum turgidum* var. durum). Master's thesis. Razi University. Kermanshah. (In Persian).
- Ayer, D.K, Sharma, A. Ojha, B.R. Paudel, A., & Dhakal, K. (2017). Coefficient analysis in advanced wheat genotypes. *Journal of Agriculture*, 15(1), 1-12. <https://doi.org/10.3329/sja.v15i1.33155>
- Balcha, U., Mekbib, F., & Lule, D. (2015). Cluster and Principal Component Analysis among Bread Wheat (*Triticum aestivum* L). *Advances in Crop Science and Technology*, 10(8), 1-9.
- Dal Martello, R., Min, R., Stevens, C., Higham, C., Higham, T., Qin, L., & Fuller, D. Q. (2018). Early agriculture at the crossroads of China and Southeast Asia: Archaeobotanical evidence and radiocarbon dates from Baiyangcun, Yunnan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 20, 711-721. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.06.005>
- Dutamo, D., Alamerew, S., Eticha, F., & Fikre, G. (2015). Genetic variability in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm for yield and yield component TRAITS. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5(13), 1-9. <https://doi.org/10.1155/2023/7132424>
- Ewaid, S. H., Abed, S. A., & Al-Ansari, N. (2019). "Water Footprint of Wheat in Iraq". *Water*, 11, 3, 535. <https://doi.org/10.3390/w11030535>
- Eskezia, A., Kefale, H., & Asrat, M. (2025). Genotype by environment interaction and yield stability analysis of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in East Gojjam Zone, Northwest Ethiopia. *Heliyon*, 11(12), <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e43500>
- Fao. (2022). Cluster and principal component analysis among bread wheat (*Triticum Aestivum* L.) accessions in west shewa, central Ethiopia [www.fao.org/4/Y4011E/y4011e04.htm](http://www.fao.org/4/Y4011E/y4011e04.htm)
- Feyneman, J., A., & Ruzmaikin. (2018). Climate stability and the origin of agriculture, climate change and agriculture. *IntechOpen*, 1-5. <https://doi.org/10.5772/intechopen.83344>
- Gelgu, F. (2024). *Journal of Agriculture Research Advance*, 6(1), 1-10.
- Hartley, H.O. (1950). The maximum F-ratio as Cluster and principal component analysis among bread wheat (*Triticum Aestivum* L.) accessions in west shewa, central Ethiopia a shortcut test for homogeneity of variance. *Biometrika*, 37, 308-312.
- Hong-jie, L., Timothy, D. M., & Robert, M. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*, 7(6), 715-717. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.11.001>
- Javaheri, M. A. (2022). Evaluation of several novel bread wheat cultivars in Kerman province's warm regions. *Agriculture, Environment & Society*, 2(1), 71-76. <http://dx.doi.org/10.22034/aes.2022.338177.1032>

- Javed, T., Shabbir, R., Ali, A., Afzal, I., Zaheer, U., & Gao, S. J. (2022). Transcription factors in plant stress responses: Challenges and potential for sugarcane improvement. *Plants*, 9, 491. <https://doi.org/10.3390/plants9040491>
- Jocković, B., Mladenov, N., Hristov, N., Acin, V., & Djalović, I. (2014). Interrelationship of grain filling rate and other traits that affect the yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Romanian Agricultural Research*, 1-7.
- Joudi, M., & Ebadi, A. (2015). Investigation of agronomic traits of improved Iranian wheat (*Triticum aestivum* L) cultivars and their relationships under heat stress conditions at the end of the growing season. *Research in Crop Plants*, 3(1), 42-54. (In Persian).
- Kadam, D. J., Karwar, S. H., & Jadhav, P. S. (2022). Correlation analysis for different characteristics in wheat. *The Pharma Innovation Journal*, SP-11(1), 98-100.
- Marinciu, C., Fundulea, N., Serban, G., Manda, V., & Saulescu, N. (2021). Nardi fundulea, romania cultivar and crop management effects on test weight in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Romanian Agricultural Research*, 38, 1-7. <https://doi.org/10.59665/rar3814>
- Moradi, M., SoltaniHoveize, M., & Motamedi, M. (2010). Path analysis of yield and related traits in some wheat varieties. *Research Quarterly Journal of Crop Physiology*, 101 -107. <https://doi.org/10.47176/jcpp.12.4.29005>
- Rana, V., Singh, M., & Rana, A. (2024). Variability and diversity studies using morpho-physiological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) under irrigated and rainfed conditions. *International Journal of Bio-resource and Stress Management*, 15(8), 1-15. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5428>
- Vicentin, L., Canales, J., & Calderini, D. F. (2024) The trade-off between grain weight and grain number in wheat is explained by the overlapping of the key phases determining these major yield components. *Front. Plant Science*. 15:1380429. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1380429>
- Walsh, O. S., Torrion, J. A., Liang, X., Shafian, S., Yang, R., Belmont, K.M., & McClintick-Chess, J. R. (2020). Grain yield, quality, and spectral characteristics of wheat grown under varied nitrogen and irrigation. *Agrosystems, Geosciences and Environment*, 3,1-16. <https://doi.org/10.1002/agg2.20104>
- Zewdu, D. Mekonnen, F., & University, W. (2024). Cluster and principal component analysis for yield and yield related traits of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Agricultural and Biological Research*, 1-7. <https://doi.org/10.35248/0970-1907.24.40.962-967>