Plant Production Technology/ **Volume 23/ Issu 1/ Pages 43-58/ Spring and Summer 2023**
https://doi.org/10.22084/PPT.2023.27274.2089

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigating the Effect of Delayed Sowing of Some Wheat Genotypes Under End of Season Heat Stress in Moghan

Jahanbakhsh Godehkahriz[1*], S., Rezapor[2], A., Raeisi Sadati[3], S. Y. and Kamrani[4], M.

1, 2 and 3. Professor, MSc Graduated and PhD, Respectively, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran
4. Associate Professor, Department of Plant Production Technology, Moghan Faculty of Agriculture and Natural Resources, Iran
*: Corresponding author Email: jahanbakhsh@uma.ac.ir

This paper has been extracted from the second author's MSc thesis under the supervision of Soodabeh Jahanbakhsh Godehkahriz.

Received: 2022/12/28 Accepted: 2023/06/25

Abstract

The purpose of the relevant research is to study the effect of delayed planting on the agricultural characteristics of some promising wheat cultivars at high temperatures at the end of the season and to select cultivars that tolerate heat stress with high grain yield. For this purpose, an experiment was carried out in the form of split plots in the research farm of Moghan Faculty of Agriculture and Natural Resources in the form of split-plot randomized complete block design with three replications during crop years 2017-2018. The main plot was three planting dates (15 November, 1 Desember and 15 December) and the sub-plot was 16 advanced wheat genotypes. The results of comparing the average interaction effect of genotype and planting date showed that on the planting date 15th of December, the maximum plant length, spike length and peduncle length corresponded to genotype number G4, and the highest number of spikelets and straw weight corresponded to genotype number G7. The highest number of seeds per spike, weight of seeds per spike, weight of seeds in the whole plant, weight of the whole plant and seed yield (4666.7 $kg.ha^{-1}$) belonged to genotype No. G8. Also, under stress, high seed grain had a significant positive correlation with traits of total plant weight and the number and weight of grains per spike. The highest correlation coefficient (0.97) belonged to a trait of total plant weight with seed weight per spike on the planting date (15 December). In other words, the studied genotypes showed different responses in different cultivation dates. G14 and G8 cultivars were able to obtain high average seed yield in both normal and stress conditions on the planting dates of November 15 and December 15, respectively.

Keywords: Agronomic characteristics, Autumn planting, Correlation coefficient, Yield

Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the most important crop on earth and is the major source of calories and protein making up half of the protein and 65% of the daily calorie intake needed for the population of the country. The economic importance of wheat, both in terms of production and nutrition, is more than other agricultural products in the world. Wheat can be produced even in areas where it is not possible to produce other plants due to changing climatic conditions or the dryness of the environment. Global climate changes increasingly affect the production of agricultural products. Critical weather conditions, especially temperature and rainfall anomalies, have a significant effect on the success of the cultivated area of crops. High and unusual temperature is one of the most common forms of abiotic stress, which is considered a great risk for crop production. The flowering stage is the most sensitive stage to heat stress. Complex interactions between phenological stages and the sensitivity of different growth stages to the environment affect the final yield. Heat stress also weakens the pollen and thus weakens pollination. The sensitivity of pollen to high temperature is related to the inability of pollen to make heat shock proteins. Heat stress during flowering and seed filling accelerates the destruction of leaf chlorophyll, resulting in a decrease in both leaf photosynthetic activity and final biomass. The response of wheat to heat stress and dehydration has a complex mechanism that includes molecular changes and its spread to all metabolic activities and its effect on plant morphology and phenology.The traditional approach to estimate the optimal planting date is to conduct direct field experiments with a range of planting dates. Selection for stress tolerance under field conditions is often done by exposing genotypes to high temperatures by changing planting dates. In arid and semi-arid regions, wheat planting cannot be postponed later than December due to the prevention of yield reduction due to late planting and the reduction of the length of the plant's growth period. The purpose of the relevant research is to study the effect of delayed planting on the agricultural characteristics of some promising wheat cultivars at high temperatures at the end of the season and to select cultivars that tolerate heat stress with high grain yield.

Materials and Methods

For this purpose, an experiment was carried out in the form of split plots in the research farm of Moghan Faculty of Agriculture and Natural Resources in the form of split-plot randomized complete block design with three replications during crop years 2017-2018. The main plot was three planting dates (15 November, 1 Desember and 15 December) and the sub-plot was 16 advanced wheat genotypes. Each of the studied plots had six lines, each line with a length of five meters and the distance between the lines was 20 cm. Also, the seed density was 350 seeds per square meter.

Results

The results of comparing the average interaction effect of genotype and planting date showed that on the planting date 15th of December, the maximum plant length, spike length and peduncle length corresponded to genotype number G4, and the highest number of spikelets and straw weight corresponded to genotype number G7. The highest number of seeds per spike, weight of seeds per spike, weight of seeds in the whole plant, weight of the whole plant and seed yield (4666.7 $kg.ha^{-1}$) belonged to genotype No. G8. Also, under stress, high seed grain had a significant positive correlation with traits of total plant weight and the number and weight of grains per spike. The highest correlation coefficient (0.97) belonged to a trait of total plant weight with seed weight per spike on the planting date (15 December).

Conclusions

In general, according to the results of the present study, the studied genotypes showed different reactions in different cultivation dates. The cultivars G14 and G8 were able to obtain high average grain yield in both normal and stress conditions on the planting dates of November 24 and December 24, respectively. Also, the simultaneous examination of biochemical and morphological parameters is important for selecting genotypes tolerant to heat stress at the end of the season and is recommended for further studies.

Citations: Jahanbakhsh Godehkahriz, S., Rezapor, A., Raeisi Sadati, S. Y. & Kamrani, M. (2023). Investigating the Effect of Delayed Sowing of Some Wheat Genotypes Under End of Season Heat Stress in Moghan. *Plant Production Technology*, *23*(1), 43-58. https://doi.org/10.22084/PPT.2023.27274.2089

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Online ISSN: 2476-5651 **Print ISSN:** 2476-6321

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و سوم/ شمارهٔ اول/ صفحات ۴۳- ۵۸/ بهار و تابستان ۱۴۰۲
https://doi.org/10.22084/PPT.2023.27274.2089

بررسی تأثیر کاشت تأخیری برخی ژنوتیپ‌های گندم تحت تنش گرمای انتهای فصل در مغان

Investigating the Effect of Delayed Sowing of Some Wheat Genotypes Under End of Season Heat Stress in Moghan

سدابه جهانبخش گده کهریز[1*]، عزیز رضاپور[2]، سیده یلدا رئیسی ساداتی[3] و مرتضی کامرانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۴
(مقاله پژوهشی)

چکیده

هدف از تحقیق مربوطه مطالعه تأثیر کاشت تأخیری بر خصوصیات زراعی برخی ارقام امیدبخش گندم در دمای بالای آخر فصل و انتخاب ارقام متحمل به تنش گرمایی با عملکرد دانه بالا می‌باشد، بدین منظور آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت اسپلیت پلات با سه تکرار طی سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. کرت اصلی تاریخ‌های کشت (۱۵ آبان‌ماه، یک و ۱۵ آذرماه) و کرت فرعی ۱۶ رقم پیشرفته گندم بود. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۵ آذر، بیش‌ترین طول بوته و طول پدانکل مربوط به ژنوتیپ شماره G4 و نیز بیش‌ترین طول سنبله، تعداد سنبل‌چه و وزن کاه مربوط به ژنوتیپ شماره G7 بود. بالاترین مقدار تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن دانه در کل بوته، وزن کل بوته و عملکرد دانه (۴۶۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار) به ژنوتیپ شماره G8 تعلق داشت. هم‌چنین تحت تنش، عملکرد بالای دانه همبستگی مثبت معنی‌داری با صفات وزن کل بوته و تعداد و وزن دانه در سنبله داشت. بالاترین ضریب همبستگی (۰/۹۷) به صفات وزن کل بوته با وزن دانه در سنبله در تاریخ کاشت ۱۵ آذرماه تعلق داشت. به‌عبارتی ژنوتیپ‌های موردمطالعه در تاریخ کشت‌های مختلف پاسخ متفاوتی را نشان دادند. ارقام G14 و G8 به‌ترتیب توانستند در تاریخ کاشت‌های ۱۵ آبان و ۱۵ آذر هم در شرایط نرمال و هم تنش میانگین بالای عملکرد دانه را به‌دست آورند.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات زراعی، ضریب همبستگی، کشت پاییزه، عملکرد

ارجاع به مقاله: جهانبخش گده کهریز، س.، رضاپور، ع.، رئیسی ساداتی، س. ی. و کامرانی، م. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر کاشت تأخیری برخی ژنوتیپ‌های گندم تحت تنش گرمای انتهای فصل در مغان، *مجله فنآوری تولیدات گیاهی*، ۲۳(۱)، ۴۳-۵۸.
https://doi.org/10.22084/PPT.2023.27274.2089

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License Attribution (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در سامانه به اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.

شاپا الکترونیکی: ۲۴۷۶-۵۶۵۱ **شاپا چاپی:** ۲۴۷۶-۶۳۲۱

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب استاد، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دکتری، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۴. دانشیار گروه آموزشی فناوری تولیدات گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان، ایران
*: نویسنده مسئول Email: jahanbakhsh@uma.ac.ir

مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده دوم به راهنمایی خانم سدابه جهانبخش گده کهریز می‌باشد.

مقدمه

گندم یکی از با ارزش‌ترین گیاهان زراعی است که در مساحت وسیعی از زمین‌های زراعی دنیا کشت می‌گردد و از اهمیت بالایی در جوامع ایرانی به‌دلیل تأمین بیش از نیمی از درصد پروتئین و کالری موردنیاز مردم برخوردار است. هم‌چنین به‌دلیل تنوع ژنتیکی بالا و سازگاری با تاریخ کشت‌های مختلف، از تنوع ارقام بالایی برخوردار است (*جاسمی* و همکاران، 2017؛ *نوریانی*، 2015).

مطابق گزارش فائو (FAO)، سطح تولید گندم جهان در سال ۲۰۱۹-۲۰۱۸، ۱۴ میلیون تن یا ۱/۹ درصد کاهش‌یافته است. بخش عمده این کاهش پیش‌بینی به آب‌وهوای خشک و گرم اروپا طی ماه‌های تابستان برمی‌گردد. فائو در گزارش فصلی خود بر این موضوع تأکید کرده است که حوادث آب و هوایی شدید، دسترسی غذایی میلیون‌ها نفر را مختل کرده است (*فائو*[1]، 2019). حدوداً هفت میلیون هکتار از اراضی مورد کشت گندم دنیا در مناطق نیمه‌حاره با تنش گرمایی مواجه می‌باشند. علاوه‌بر آن پدیده گرمایش جهانی و پیش‌بینی افزایش دمای محیط از ۱/۸ تا ۵/۸ درجه سانتی‌گراد تا پایان قرن جاری، ممکن است تولید گندم را تا سال ۲۰۵۰ میلادی در کشورهای در حال توسعه، ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش دهد (*فاروق*[2] و همکاران، 2011). اجزای عملکرد گندم با توجه به مراحل فنولوژیکی به شیوه‌های مختلفی با تنش‌های خشکی و گرما روبرو می‌شود و تحت تأثیر قرار می‌گیرد. گندم به هنگام تنش‌های خشکی و گرما مرحله گل‌دهی حساس‌تر است و کمبود آب پس از گل‌دهی از طریق آسیب رساندن به فرآیند پرشدن دانه می‌تواند بر میانگین وزن هر دانه تأثیر منفی بگذارد (*آبید*[3] و همکاران، 2016). گرما یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولیدات کشاورزی در جهان می‌باشد. تنش گرما وضعیت آبی، مسیرهای بیوسنتزی، مورفولوژی، فنولوژی، عملکرد و کیفیت گندم را تحت تاثیر قرار می‌دهد (*رضایی‌زاده* و همکاران، 2020). در شرایط تنش گرما، قدرت جوانه‌زنی دانه‌گرده کاهش یافته و با اختلال فرآیند گرده‌افشانی، تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد. از طرفی کاهش تعداد سنبلچه بارور، به‌علت مصادف بودن دوره نمو سنبله گیاه با دمای بالاتر از حد تحمل و کوتاه‌تر بودن طول این دوره است (*لیو*[4] و همکاران، 2016). *مشتطی* و همکاران (2018) گزارش کردند که با تأخیر در کاشت و وقوع تنش گرمای انتهای فصل در گندم رشد، تعداد دانه در مترمربع، وزن هزاردانه و عملکرد دانه کاهش می‌یابد. محققان دریافتند که بیش‌ترین خسارت ناشی از گرما در شرایط اهواز در صفات تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه و در شرایط کرج در صفات تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله مشاهده می‌گردد (*رضایی‌زاده* و همکاران، 2020). *امیدی*[5] و همکاران (2014) در مطالعه ۱۱ ژنوتیپ گندم در شرایط اهواز بیان داشتند که صفات تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت صفات مناسبی جهت غربالگری ارقام و لاین‌های گندم از نظر تحمل به گرمای انتهای فصل بوده و ارقام کاز، چمران و الوند عملکرد خود را در مواجهه با تنش گرما در حد مطلوب حفظ می‌نمایند. *گرشاسبی* و همکاران (2021) گزارش کردند که اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه و بیولوژیک، همچنین برخی از اجزای عملکرد معنی‌دار بود. بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب برای رقم حیدری در تاریخ کاشت ۲۰ مهر با مقدار ۹۵۲۹ کیلوگرم در هکتار و رقم چمران در تاریخ کاشت ۵ آذر با مقدار ۵۴۷۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. هم‌چنین تأخیر در کاشت نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ مهر، منجر به کاهش عملکرد دانه بین ۱۶ تا ۳۶ درصد گردید. تاریخ کاشت ۲۰ مهر به‌دلیل بهره‌گیری بهتر از شرایط محیطی که شامل دمای مطلوب‌تر، طولانی‌تر بودن فصل رشد، محتوای رطوبتی بیش‌تر خاک و استقرار مناسب گیاه است، بهترین تاریخ کاشت در منطقه موردمطالعه باشد. اما در شرایط محدودیت از نظر زمان کشت محصول در تاریخ کاشت‌های پنج آبان لغایت پنج آذر ارقام مهرگان و سیوند توصیه می‌شود تا کم‌ترین میزان افت محصول به‌واسطه عدم کشت گیاه در زمان مناسب به‌وجود آید. نتایج آزمایش محققین نشان داد که تأخیر درکشت منجر به کوتاه شدن طول مراحل نموی به‌ویژه در مرحله رشد رویشی شد (*آشنا*[6]، 2016). به‌منظور بررسی ارتباط صفات با همدیگر از روش‌های آماری چند متغیره ازجمله تجزیه به عامل‌ها استفاده می‌شود. این روش در نشان دادن همبستگی بالای بین متغیرهای اولیه و کاهش حجم داده‌ها مؤثر است و نیز برای بررسی صفات مورفولوژیکی و درک روابط بین اجزای عملکرد به‌کار گرفته شده است (*طالبی‌فر* و همکاران، 2014).

بررسی مکانیسم‌هایی که گیاهان را قادر می‌سازد تا با تنش خشکی و گرما سازش پیدا کنند و رشدشان را تحت آن شرایط حفظ نمایند، می‌تواند در انتخاب گیاهان مقاوم به خشکی برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمک کند (*شتابی*[7]، 2016). برای مقابله با این مشکل، می‌توان تاریخ کشت و رقم مناسب را معرفی نمود که در بین روش‌های به‌زراعی و به‌نژادی از اهمیت خاصی برخوردار هستند. در نتیجه، به‌نژادی و توسعه

1. FAO
2. Farooq
3. Abid
4. Liu
5. Omidi
6. Ashna
7. Shetabi

ارقام مقاوم به گرما در برنامه‌های تولید گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (*انجوم*[1] و همکاران، 2011). تاریخ کاشت ارقام مختلف گندم (*Triticum aestivum* L.) یکی از عوامل زراعی تعیین‌کننده عملکرد بهینه در هر منطقه است (*گرشاسبی* و همکاران، 2021). اصلی‌ترین چالش‌های به‌نژادگران و متخصصان ژنتیک برای گندم، تحمل در برابر تنش‌های غیرزنده ازجمله خشکی و گرما، بهبود ژنتیکی برای عملکرد دانه بالا و غیره است. به‌عبارت دیگر انتخاب تاریخ کاشت مناسب و رقم دارای فنولوژی مطلوب که رشد و نمو گیاه با شرایط محیطی در طول فصل رشد تطابق مناسبی داشته باشد، باعث رشد و نمو مطلوب گیاه شده و احتمالاً به تولید عملکرد دانه مطلوب منجر خواهد شد (*موادزینگنی*[2] و همکاران، 2016). با توجه به گرم شدن تدریجی زمین و افزایش درجه حرارت و خشکی، هر ساله ایران شاهد پایین آمدن عملکرد به‌دلیل کمبود رطوبت خاک در مراحل حساس رشد گندم است، لذا اهمیت تنش گرما روز به روز فراگیرتر می‌شود و باعث افزایش تحقیقات در مورد اثرات منفی تنش گرمایی بر عملکرد کمی، کیفی و هم‌چنین افزایش تحمل گندم شده است. بنابراین درک و فهم پاسخ گیاهان به تنش‌های مختلف به‌ویژه تنش گرمایی و آگاهی از ارزیابی ژرم‌پلاسم برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به گرما و هم‌چنین برای بهبود عملکرد دانه در دمای بالا با اهمیت است. هدف از این پژوهش، بررسی برخی پارامترهای مورفولوژیک ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم و ارتباط متقابل آن‌ها در شرایط تنش گرمایی آخر فصل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت اسپلیت پلات با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشکده کشاورزی مغان، طی سال‌های زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. کرت‌های اصلی و فرعی آزمایش به‌ترتیب سه تاریخ کشت و ۱۶ ژنوتیپ پیشرفته گندم بودند. هر یک از کرت‌های موردمطالعه به تعداد شش خط، هر خط با طول پنج متر و فواصل خط‌ها ۲۰ سانتی‌متر است. ۳۵۰ بذر در مترمربع تراکم بذور می‌باشد. در منطقه مغان میانگین دمای سالانه ۴۱/۶ درجه سانتی‌گراد و گرم‌ترین و سردترین ماه سال به‌ترتیب مردادماه (با ۲۷ درجه سانتی‌گراد) و دی ماه (با ۴درجه سانتی‌گراد) است. بر اساس آزمون خاک میزان کود فسفات (۱۰۰ کیلوگرم) و کود ازته (از نوع اوره) (۱۵۰ کیلوگرم) موردنیاز برای رشد و نمو گیاه تعیین شد. کود فسفاته قبل از کاشت به زمین داده شد و کود ازته در سه دوره به‌ترتیب یک سوم هنگام کشت، یک سوم زمان ساقه‌روی و یک سوم مابقی هم در زمان سنبله‌دهی به‌عنوان کود سرک به زمین داده شد.

خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در جدول شماره ۱ ارائه شده است. کاشت در آبان‌ماه ۱۳۹۷ و برداشت در تیرماه ۱۳۹۸ انجام شد. در این آزمایش بذر ۱۶ ژنوتیپ گندم از CIMMYT خریداری و مورد ارزیابی قرار گرفتند، که در جدول ۲ شجره این ژنوتیپ‌ها ارائه شده است.

اندازه‌گیری برخی صفات مرفولوژیکی

برای این منظور بوته‌های گندم بعد از رسیدگی کامل به‌صورت کامل کف‌بُر شده و به آزمایشگاه منتقل شد. صفات مرفولوژیک ازجمله طول بوته برحسب سانتی‌متر بدون در نظرگرفتن ریشک اندازه‌گیری گردید. وزن‌های ساقه، سنبله، پدانکل و دانه در سنبله، میانگین تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه‌های بارور در هر بوته و وزن هزاردانه مربوط به ۱۰ بوته برای هر ژنوتیپ ثبت گردید.

عملکرد

در پایان، پس از حذف بوته‌های حاشیه در یک مترمربع برداشت انجام و وزن آن‌ها برحسب گرم با ترازوی حساس اندازه‌گیری شد و سپس برای تجزیه و تحلیل به کیلوگرم در هکتار تبدیل گردید.

کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌های حاصل از این آزمایش، با کمک نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. محاسبه همبستگی و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با کمک نرم‌افزار STATGRAPH نسخه ۱۶/۱انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات متقابل دو جانبه ژنوتیپ و تاریخ کاشت به‌جز تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور که غیرمعنی‌دار بود، برای صفات طول بوته، طول پدانکل، طول سنبله، تعداد سنبل‌چه، تعداد دانه در سنبله، وزن کاه، وزن دانه در کل بوته، وزن کل بوته، وزن دانه در سنبله و عملکرد دانه دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳).

ارتفاع بوته، طول سنبله و طول پدانکل و تعداد سنبلچه

همان‌طورکه در جدول ۴ ملاحظه می‌شود اثرات متقابل ژنوتیپ در تاریخ کاشت برای صفات مورد ارزیابی نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۵ در شرایط مطلوب طول پدانکل و طول بوته‌ی

1. Anjum
2. Mwadzingeni

بلندتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند، اما در شرایط تنش (تاریخ کاشت ۱۵ آذر) ژنوتیپ شماره چهار بیش‌ترین طول بوته و طول پدانکل را به خود اختصاص داد. کم‌ترین میزان ارتفاع بوته و ارتفاع پدانکل در شرایط مطلوب برای ژنوتیپ‌های یک و چهار بود، اما تحت تنش کم‌ترین طول بوته و طول پدانکل را ژنوتیپ دو دارا بود. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین طول سنبله به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ هفت در شرایط تنش (تاریخ کاشت ۱۵ آذر) و ژنوتیپ‌های دو، نه، ۱۱، ۱۲ (تاریخ کاشت یک آذر) و ژنوتیپ هشت (تاریخ کاشت یک آبان) بود (جدول ۴). در تحقیق حاضر به‌جز ژنوتیپ‌های چهار و هشت در بقیه ژنوتیپ-های مورد بررسی ارتفاع بوته و طول پدانکل در تنش گرمای ۱۵ آذر کاهش یافت. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که این ژنوتیپ‌ها جزء ژنوتیپ‌های متحمل به این تنش می‌باشند. از طرفی می‌توان نتیجه گرفت که وضعیت دسترسی گیاه به آب و نوع ژنوتیپ هم بر ارتباط بین طول بوته و عملکرد بوته تأثیرگذار است. باتوجه به این‌که رشد رویشی گندم با شروع تنش گرما متوقف می‌شود و بلافاصله وارد فاز رویشی و سنبله‌دهی می‌گردد، بنابراین این روند موجب کاهش ارتفاع گندم می‌شود (امیدی و همکاران، 2014). تعداد سنبل‌چه در ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۵ بالاترین میانگین را به‌ترتیب در تاریخ کاشت ۱۵ آبان و یکم آذر دارا بودند، ولی هنگام تنش بالاترین تعداد در ژنوتیپ شماره ۷ مشاهده گردید. علاوه‌بر این، ژنوتیپ شماره یک در شرایط کاشت ۱۵ آبان هم کم‌ترین میانگین این صفت را دارا بود (جدول ۴)؛ بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که بهترین زمان کاشت برای این ژنوتیپ ۱۵ آذر می‌باشد و از طرف دیگر تولید میانگین بالا در صفت تعداد سنبل‌چه به هنگام گرمای آخر فصل در این ژنوتیپ قابل‌توجه است. ژنوتیپ ۱۵ به هنگام گرمای آخر فصل کم‌ترین تعداد این صفت را دارا بود. در این آزمایش اکثر ژنوتیپ‌ها به هنگام گرمای آخر فصل در صفت تعداد سنبل‌چه افزایش نشان دادند و ژنوتیپ‌های کم‌تری با کاهش تعداد سنبل‌چه در تاریخ‌های دیگر کشت روبرو شدند. تعداد سنبلچه در سنبله به‌دلیل کاهش دوره رویشی به هنگام گرمای آخر فصل کاهش می‌یابد (*دلوندی*[1] و همکاران، 2013).

در این تحقیق ژنوتیپ‌ها اکثراً به هنگام گرمای آخر فصل در صفت تعداد سنبل‌چه افزایش نشان دادند و تعداد کمی از ژنوتیپ‌ها با کاهش تعداد سنبل‌چه نسبت به دو تاریخ کاشت قبل آن مواجه بودند. تعداد سنبلچه بارور در سنبله نتیجه توان فتوسنتزی گیاه می‌باشد، به‌طوری‌که هرچه تولید مواد فتوسنتزی در گیاه بیش‌تر باشد به‌دلیل تخصیص بیش‌تر آن‌ها به سنبله در حال تکامل، از عدم تکامل سنبلچه‌ها و سقط جنین پیشگیری شده و تعداد سنبلچه بارور در سنبله و یا گلچه بارور در سنبلچه افزایش می‌یابد (*عبدلی* و همکاران، 2014). کاهش تعداد سنبله در مترمربع به هنگام گرمای آخر فصل دور از انتظار نیست. بنابراین این جزء از عملکرد نسبت به سایر اجزا از کاهش کم‌تری در تاریخ کاشت تأخیری برخوردار بود. باتوجه به این‌که، این جزء در مرحله قبل گرده‌افشانی معین شده است و خسارت آنچنانی از تنش اواخر دوره رشد ندیده و کاهش ایجاد شده در آن ناشی از کوتاه شدن طول دوره پنجه‌زنی است (*مجتبائی زمانی* و همکاران، 2014). کاهش تعداد سنبل‌چه در سنبله، ارتفاع بوته و طول سنبله به‌دلیل محدودیت دوره رشدی مریستم زایشی به هنگام گرمای آخر فصل را سایر محققین گزارش داده‌اند (اسداله‌زاده و همکاران، 2019؛ موسوی و همکاران، 2021)، که با تحقیق حاضر در رابطه با ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ مطابقت دارد. همچنین سینگ[2] و همکاران (2011) دریافتند که تنش گرمای آخر فصل و کشت تأخیری موجب کاهش شدید طول بوته و سنبله، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله و سنبل‌چه، و وزن هزاردانه و عملکرد می‌گردند، که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

وزن کاه، وزن کل بوته و وزن دانه در کل بوته

بیش‌ترین وزن کاه به ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۴ تعلق داشت. هم‌چنین کم‌ترین میزان این صفت هم به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های ۸ و ۱۴ بود. بیش‌ترین و کم‌ترین وزن کل بوته و وزن دانه در کل بوته به هنگام گرمای آخر فصل به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ شماره ۸ و تاریخ کاشت نوبت سوم مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۴ بود، اما در شرایط مطلوب بیش‌ترین میزان این صفات در ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۴ قابل‌مشاهده بود (جدول ۵). در حالت کلی برای این دو صفت ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۴ میانگین بالاتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند، بنابراین می‌توان آن‌ها را در طبقه‌ی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش گرما دانست. مراحل فنولوژیک ارقام تجاری گندم از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تحمل به گرما بوده که در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اثر محدودیت آب و گرما موجب کاهش عملکرد و اجزای آن در گندم می‌گردد (*اسداله‌زاده* و همکاران، 2019؛ موسوی و همکاران، 2021). که با یافته‌های تحقیق حاضر در رابطه با وزن کاه و وزن دانه در کل بوته به هنگام تنش گرمای انتهای فصل مطابقت دارد.

1. Dalvandi

2. Singh

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1: Physical and chemical characteristics of soil

بافت خاک Soil texture	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی (درصد) C (%)	هدایت الکتریکی (میلی‌موس بر متر) EC ($mmus.m^{-1}$)	اسیدیته pH
لومی-رسی Loam - Clay	400	12	0.7	1	7.7

جدول ۲: پدیگری ژنوتیپ‌های موردمطالعه گندم

Table 2: Pedigree of studied wheat genotypes

ژنوتیپ‌ها Genotypes	پدیگری Pedigree
1	AFTAB
2	BABAX/LR42//BABAX*2/3/KUKUNA/4/BACEU#1/5/BECARDCMSS07Y00885T-099TOPM-099Y-099M-099Y-10M-0RGY
3	BABAX/LR42//BABAX*2/3/KUKUNA/4/CROSBILL #1/5/BECARDCMSS 07Y01006 T- 099TOPM-099Y-099M-099NJ-099NJ-7RGY-0B
4	BABAX/LR42//BABAX*2/3/KUKUNA/4/CROSBILL #1/5/BECARD
5	BLOUK #1/5/FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/ KAUZ*2/ TRAP//KAUZCMSS06B01047T-099TOPY-099Y-11M-0Y-5B-0Y
6	KIRITATI//PRL/2*PASTOR/5/OASIS/SKAUZ//4*BCN/3/PASTOR/4/KAUZ*2/YACO//KAUZ/6/KIRITATI//PRL/2*PASTORCMSS07Y00718T-099TOPM-099Y-099M-099Y-22M-0RGY
7	BAJ #1/3/KIRITATI//ATTILA*2/PASTOR CMSS07Y 00288S-0B-099Y-099M-099NJ-099NJ-10WGY-0B
8	WBLL1*2/VIVITSI//MESIA/3/KIRITATI/WBLL1CMSS07Y00841T-099TOPM-099Y-099M-099Y-12M-0WGY
9	SUP152/BAJ #1CMSS08Y00185S-099Y-099M-099NJ-099NJ-28WGY-0B
10	MUNAL*2/WESTONIACMSS08Y00871T-099TOPM-099Y-099M-099NJ-099NJ-66WGY-0B
11	CHEWINK #1/MUTUSCMSS08Y00485S-099Y-099M-099Y-5M-0WGY
12	MUNAL*2/WESTONIACMSS08Y00833T-099TOPM-099Y-099M-099NJ-099NJ-8WGY-0B
13	BABAX/LR42//BABAX*2/3/PAVON 7S3, +LR47/4/ND643/2*WBLL1 /5/BABAX /LR42// BABAX*2/3/PAVON 7S3, +LR47CMSS08B00634T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-24WGY-0B
14	QUAIU #1/5/KIRITATI/4/2*SERI.1B*2/3/ KAUZ*2/ BOW//KAUZ/6/ BECARD CMSS08B00645T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-6WGY-0B
15	KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLINGCMSS07B00580T-099TOPY-099M-099NJ-099NJ-10WGY-0B
16	KIRITATI//2*PRL/2*PASTOR/3/CHONTE/5/PRL/2*PASTOR/4/CHOIX/STAR/3/HE1/3*CNO79//2*SERICMSS08B00732T-099TOPY-099M-099Y-6M-0WGY

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های گندم

Table 3: Analysis of variance of measured traits wheat genotypes

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of square						
		طول بوته Plant length	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	تعداد پنجه Number of tillers	تعداد پنجه بارور Number of fertile tillers	تعداد سنبلچه Number of spikelets	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike
بلوک Block	2	1.59^{ns}	0.75^{ns}	0.17^{ns}	0.52^{ns}	0.020^{ns}	0.42^{ns}	71.29^{*}
تاریخ کاشت Planting date	2	2661.02^{**}	25.52^{*}	3.38^{**}	17.38^{**}	0.020^{ns}	33.36^{**}	211.88^{**}
خطای اصلی Main error	4	5.29^{ns}	12.17^{ns}	0.41^{ns}	1.02^{**}	0.010^{ns}	2.17^{ns}	39.97^{ns}
ژنوتیپ Genotype	15	22.10^{**}	26.70^{**}	0.71^{*}	0.25^{ns}	0.018^{ns}	2.55^{ns}	42.53^{**}
ژنوتیپ × تاریخ کاشت Genotype × Planting date	30	28.98^{**}	41.97^{**}	2.27^{**}	0.27^{ns}	0.020^{ns}	7.18^{**}	110.18^{**}
خطا Error	64	5.05	6.42	0.40	0.26	0.021	1.46	18.15
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	3.41	10.81	7.81	32.84	14.29	8.36	14.33

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively

ادامه جدول ۳: تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های گندم

Table 3 Continued: Analysis of variance of measured traits wheat genotypes

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of square				
		وزن کاه Straw weight	وزن دانه در کل بوته Grain weight per plant	وزن کل بوته Total plant weight	وزن دانه در سنبله Grain weight per spike	عملکرد دانه Grain yield
بلوک Block	2	0.03^{ns}	0.041^{ns}	0.141^{ns}	0.030^{ns}	511037.67^{ns}
تاریخ کاشت Planting date	2	15.97^{**}	0.440^{**}	21.717^{**}	0.357^{**}	5399961.63^{**}
خطای اصلی Main error	4	0.27^{**}	0.058^{ns}	0.417^{*}	0.050^{ns}	721992.88^{ns}
ژنوتیپ Genotype	15	0.18^{**}	0.098^{**}	0.433^{**}	0.087^{**}	1202604.62^{**}
ژنوتیپ × تاریخ کاشت Genotype × Planting date	30	0.28^{**}	0.101^{**}	0.617^{**}	0.109^{**}	1246694.41^{**}
خطای فرعی Error	64	0.06	0.029	0.124	0.026	360886.7
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	13.14	16.45	11.88	15.80	16.45

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively

جدول ۴: مقایسات میانگین ژنوتیپ‌های گندم در سه تاریخ کاشت برای صفات طول بوته، طول پدانکل و تعداد سنبل‌چه

Table 4: Comparison of the mean of wheat genotypes in the three planting date for traits of plant length, peduncle length and number of spikelets

تاریخ کاشت ۳ Planting date 3			تاریخ کاشت ۲ Planting date 2			تاریخ کاشت ۱ Planting date 1			ژنوتیپ Genotype
تعداد سنبلچه Number of spikelets	طول پدانکل (سانتی‌متر) Peduncle length (cm)	طول بوته (سانتی‌متر) Plant length (cm)	تعداد سنبلچه Number of spikelets	طول پدانکل (سانتی‌متر) Peduncle length (cm)	طول بوته (سانتی‌متر) Plant length (cm)	تعداد سنبلچه Number of spikelets	طول پدانکل (سانتی‌متر) Peduncle length (cm)	طول بوته (سانتی‌متر) Plant length (cm)	
14.66^{c-h}	23.33^{c-i}	65.00^{de}	14.00^{e-i}	26.33^{b-f}	57.00^{ij}	11.33^{j}	16.66^{lm}	72.66^{bc}	1
14.66^{c-h}	16.00^{m}	54.33^{j}	11.33^{j}	27.00^{a-e}	63.33^{d-g}	14.33^{d-i}	18.00^{j-m}	70.33^{c}	2
14.66^{c-h}	24.00^{b-h}	63.00^{d-g}	13.33^{f-j}	25.33^{b-f}	65.66^{d}	15.66^{b-f}	18.33^{j-m}	72.00^{bc}	3
14.00^{e-i}	31.33^{a}	65.33^{de}	14.66^{c-h}	21.33^{f-l}	62.00^{d-g}	14.33^{d-i}	18.00^{j-m}	69.66^{c}	4
14.66^{c-h}	23.33^{c-i}	62.33^{d-g}	16.66^{a-d}	23.66^{b-i}	61.66^{d-h}	14.33^{d-i}	28.00^{abc}	73.66^{bc}	5
16.00^{b-e}	24.33^{b-h}	65.00^{de}	14.00^{e-i}	20.00^{g-m}	62.33^{d-g}	14.66^{c-h}	24.33^{b-h}	76.00^{b}	6
18.66^{a}	20.00^{g-m}	61.00^{e-i}	13.33^{f-j}	19.66^{h-m}	57.33^{hij}	13.66^{e-j}	21.66^{f-k}	73.66^{bc}	7
17.33^{ab}	27.33^{a-d}	65.33^{de}	13.33^{f-j}	21.66^{f-k}	59.66^{f-i}	13.33^{f-j}	22.66^{d-j}	72.66^{bc}	8
16.00^{b-e}	25.00^{b-g}	61.66^{d-h}	12.00^{ij}	25.33^{b-f}	61.00^{e-i}	14.33^{d-i}	28.33^{ab}	75.66^{b}	9
14.00^{e-i}	23.66^{b-i}	63.33^{d-g}	15.33^{b-g}	25.00^{b-g}	63.00^{d-g}	14.66^{c-h}	25.00^{b-g}	72.66^{bc}	10
16.00^{b-e}	18.00^{j-m}	59.33^{f-i}	12.66^{hij}	23.66^{b-i}	59.33^{f-i}	15.33^{b-g}	25.00^{b-g}	76.33^{b}	11
16.66^{a-d}	24.66^{b-h}	61.66^{d-h}	12.66^{hij}	24.00^{b-h}	61.33^{d-i}	13.00^{g-j}	25.00^{b-g}	74.66^{b}	12
14.66^{c-h}	17.66^{klm}	57.00^{ij}	14.00^{e-i}	24.66^{b-h}	63.66^{def}	16.00^{b-e}	28.66^{ab}	74.66^{b}	13
14.00^{e-i}	18.66^{i-m}	57.33^{hij}	12.66^{hij}	27.33^{a-d}	63.66^{def}	17.00^{abc}	25.00^{b-g}	80.66^{a}	14
13.33^{f-j}	24.00^{b-h}	63.33^{d-g}	15.33^{b-g}	28.00^{abc}	62.33^{d-g}	14.33^{d-i}	27.00^{a-e}	81.33^{a}	15
15.33^{b-g}	22.00^{e-k}	59.33^{f-i}	12.66^{hij}	23.66^{b-i}	59.00^{ghi}	15.66^{b-f}	23.33^{c-i}	73.00^{bc}	16

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability

ادامه جدول ۴: مقایسات میانگین ژنوتیپ‌های گندم در سه تاریخ کاشت برای طول سنبله

Table 4 Continued: Comparison of the mean of wheat genotypes in the three planting date for Spike length

طول سنبله (سانتی‌متر) Spike length (cm)																
16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	ژنوتیپ Genotype
8.66^{a-d}	7.33^{ef}	9.33^{ab}	8.66^{a-d}	7.00^{f}	9.00^{abc}	7.66^{def}	7.66^{def}	7.00^{f}	7.33^{ef}	7.66^{def}	7.66^{def}	8.00^{c-f}	8.33^{b-e}	8.00^{c-f}	7.33^{ef}	تاریخ کاشت ۱ Planting date 1
7.33^{ef}	9.33^{ab}	8.33^{b-e}	7.66^{def}	7.00^{f}	7.00^{f}	9.00^{abc}	7.00^{f}	7.66^{def}	7.66^{def}	8.66^{a-d}	9.00^{abc}	8.66^{a-d}	7.66^{def}	7.00^{f}	8.33^{b-e}	تاریخ کاشت ۲ Planting date 2
9.00^{abc}	7.66^{def}	8.00^{c-f}	8.33^{b-e}	9.00^{abc}	9.33^{ab}	7.33^{ef}	8.66^{a-d}	9.33^{ab}	9.66^{a}	8.33^{b-e}	7.33^{ef}	7.66^{def}	8.33^{b-e}	7.33^{ef}	9.00^{abc}	تاریخ کاشت ۳ Planting date 3

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability

جدول ۵: مقایسات میانگین ژنوتیپ‌های گندم برای صفات وزن کاه، وزن کل بوته و وزن دانه در کل بوته

Table 5: Comparisons of mean wheat genotypes for traits of straw weight, total plant weight and seed weight per plant

تاریخ کاشت ۱ Planting date 1			تاریخ کاشت ۲ Planting date 2			تاریخ کاشت ۳ Planting date 3			ژنوتیپ Genotype
وزن دانه در کل بوته (گرم) Grain weight per plant (g)	وزن کل بوته (گرم) Total plant weight (g)	وزن کاه (گرم) Straw weight (g)	وزن دانه در کل بوته (گرم) Grain weight per plant (g)	وزن کل بوته (گرم) Total plant weight (g)	وزن کاه (گرم) Straw weight (g)	وزن دانه در کل بوته (گرم) Grain weight per plant (g)	وزن کل بوته (گرم) Total plant weight (g)	وزن کاه (گرم) Straw weight (g)	
1.13^{b-l}	2.81^{h-o}	1.67^{k-r}	0.96^{f-o}	2.43^{m-r}	1.47^{m-s}	0.98^{d-o}	3.08^{e-l}	2.09^{e-k}	1
0.73^{o}	2.08^{qr}	1.35^{qrs}	1.01^{d-o}	2.54^{l-r}	1.52^{l-s}	0.97^{e-o}	3.47^{e-h}	2.49^{c-f}	2
1.12^{c-m}	2.82^{h-o}	1.70^{k-r}	0.84^{j-o}	2.26^{o-r}	1.42^{n-s}	1.20^{a-i}	3.53^{efg}	2.33^{d-i}	3
1.06^{d-o}	2.57^{l-r}	1.51^{l-s}	0.81^{k-o}	2.69^{j-q}	1.88^{h-o}	1.05^{d-o}	3.69^{c-f}	2.64^{bcd}	4
1.00^{d-o}	2.55^{l-r}	1.55^{l-s}	1.46^{ab}	3.37^{e-j}	1.91^{g-n}	1.04^{d-o}	3.39^{e-i}	2.35^{d-h}	5
0.78^{l-o}	2.22^{o-r}	1.43^{n-s}	0.78^{mno}	2.43^{m-r}	1.65^{k-s}	1.11^{c-m}	3.56^{efg}	2.45^{c-f}	6
0.95^{g-o}	2.97^{g-n}	2.01^{f-l}	0.82^{k-o}	2.20^{o-r}	1.38^{o-s}	0.95^{g-o}	3.32^{e-k}	2.37^{d-g}	7
1.33^{a-d}	3.19^{e-l}	1.86^{i-p}	0.91^{h-o}	2.17^{o-r}	1.26^{rs}	1.13^{b-l}	3.62^{d-g}	2.48^{c-f}	8
1.00^{d-o}	2.81^{h-o}	1.80^{j-q}	0.75^{no}	2.09^{pqr}	1.34^{qrs}	1.09^{d-n}	3.48^{e-h}	2.38^{d-g}	9
0.87^{i-o}	2.51^{l-r}	1.64^{k-s}	1.04^{d-o}	2.63^{k-q}	1.59^{l-s}	1.08^{d-n}	3.31^{e-k}	2.23^{d-j}	10
0.96^{f-o}	2.80^{h-p}	1.84^{j-q}	0.87^{i-o}	2.32^{n-r}	1.45^{m-s}	1.27^{a-g}	4.29^{bc}	3.02^{b}	11
1.21^{a-i}	3.16^{e-l}	1.95^{g-m}	0.78^{l-o}	2.15^{o-r}	1.36^{p-s}	1.11^{c-m}	3.43^{e-h}	2.32^{d-i}	12
0.99^{d-o}	2.60^{l-q}	1.61^{k-s}	1.03^{a-f}	3.06^{e-m}	1.75^{j-r}	1.44^{abc}	5.13^{a}	3.68^{a}	13
0.72^{o}	1.87^{r}	1.15^{s}	1.04^{d-o}	2.54^{l-r}	1.49^{m-s}	1.51^{a}	4.54^{b}	3.03^{b}	14
0.82^{k-o}	2.31^{n-r}	1.49^{m-s}	1.23^{a-h}	3.03^{f-m}	1.79^{j-q}	1.15^{b-k}	3.73^{cde}	2.57^{b-e}	15
1.17^{b-j}	2.70^{i-q}	1.53^{l-s}	1.08^{d-n}	2.50^{l-r}	1.42^{n-s}	1.31^{a-e}	4.21^{bcd}	2.90^{bc}	16

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability

جدول ۶: مقایسات میانگین ژنوتیپ‌های گندم برای تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله و عملکرد دانه

Table 6: Comparisons of mean wheat genotypes for the number of grains per panicle, grain weight per panicle and grain yield

ژنوتیپ Genotype	تاریخ کاشت ۱ Planting date 1			تاریخ کاشت ۲ Planting date 2			تاریخ کاشت ۳ Planting date 3		
	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	وزن دانه در سنبله (گرم) Grain weight per spike (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.h^{-1})	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	وزن دانه در سنبله (گرم) Grain weight per spike (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.h^{-1})	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	وزن دانه در سنبله (گرم) Grain weight per spike (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (kg.h^{-1})
1	22.33^{i-m}	0.83^{i-o}	3453.3^{d-o}	31.00^{d-h}	0.96^{f-o}	3360.0^{f-o}	33.00^{b-g}	1.13^{c-j}	3978.3^{b-l}
2	32.33^{c-h}	0.97^{e-o}	3418.3^{e-o}	25.66^{g-m}	1.01^{c-o}	3558.3^{d-o}	29.66^{d-k}	0.73^{no}	2555.0^{o}
3	37.66^{a-d}	1.20^{a-g}	4200.0^{a-i}	26.66^{f-l}	0.84^{i-o}	2940.0^{j-o}	31.66^{c-h}	1.12^{c-j}	3920.0^{c-m}
4	29.66^{d-k}	1.05^{c-n}	3698.3^{d-o}	27.33^{e-l}	0.81^{j-o}	2835.0^{k-o}	31.33^{c-h}	1.06^{c-m}	3733.3^{d-o}
5	21.00^{lm}	1.04^{c-o}	3651.7^{d-o}	43.33^{a}	1.46^{ab}	5110.0^{ab}	33.00^{b-g}	1.00^{d-o}	3500.0^{d-o}
6	30.66^{d-i}	1.11^{c-l}	3885.0^{c-m}	21.66^{j-m}	0.78^{l-o}	2730.0^{mno}	32.00^{c-h}	0.78^{k-o}	2753.3^{l-o}
7	24.66^{g-m}	0.95^{f-o}	3325.0^{g-o}	26.33^{f-m}	0.82^{j-o}	2870.0^{k-o}	37.33^{a-d}	0.95^{f-o}	3348.3^{g-o}
8	21.33^{klm}	1.13^{c-j}	3978.3^{b-l}	26.66^{f-l}	0.84^{h-o}	3196.7^{h-o}	39.66^{abc}	1.33^{abc}	4666.7^{a-d}
9	26.00^{g-m}	1.09^{c-l}	3838.3^{d-n}	18.00^{m}	0.75^{mno}	2625.0^{no}	31.00^{d-h}	1.00^{c-o}	3523.3^{d-o}
10	30.00^{d-j}	1.08^{c-l}	3791.7^{d-n}	28.33^{e-l}	1.04^{c-o}	3651.7^{d-o}	24.66^{g-m}	0.87^{g-o}	3045.0^{i-o}
11	32.66^{b-h}	1.27^{a-f}	4445.0^{a-g}	24.00^{h-m}	0.87^{g-o}	3045.0^{i-o}	34.66^{b-f}	0.96^{f-o}	3360.0^{f-o}
12	26.66^{f-l}	1.11^{c-k}	3896.7^{c-m}	20.66^{lm}	0.78^{k-o}	2753.3^{l-o}	35.66^{a-e}	1.21^{a-f}	4246.7^{a-i}
13	37.00^{a-d}	1.30^{a-e}	5063.3^{abc}	32.00^{c-h}	1.30^{a-e}	4573.3^{a-f}	31.66^{c-h}	0.99^{d-o}	3465.0^{d-o}
14	40.66^{ab}	1.51^{a}	5296.7^{a}	25.66^{g-m}	1.04^{c-o}	3651.7^{d-o}	25.33^{g-m}	0.72^{o}	2520.0^{o}
15	30.66^{d-i}	1.15^{b-i}	4048.3^{b-k}	33.00^{b-g}	1.23^{a-f}	4328.3^{a-h}	24.66^{g-m}	0.82^{j-o}	2870.0^{k-o}
16	35.33^{a-e}	1.31^{a-d}	4596.7^{a-e}	30.00^{d-j}	1.08^{c-m}	3780.0^{d-n}	32.00^{c-h}	1.17^{b-h}	4118.3^{b-j}

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability

جدول ۷: همبستگی صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم برای میانگین سه تاریخ کاشت

Table 7: Correlation of evaluated traits in advanced genotypes of wheat for the average of three planting dates

همبستگی Correlation	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه Number of tillers	طول پدانکل Peduncle length	طول سنبله Spike length	تعداد سنبلچه Number of spikelets	تعداد دانه در سنبله Number of grain per spike	وزن دانه در سنبله Grain weight per spike	وزن کاه Straw weight	عملکرد دانه Grain yield
تعداد پنجه Number of claws	1								
طول پدانکل Peduncle length	0.65**	1							
طول سنبله Spike length	0.25**	0.05	1						
تعداد سنبلچه Number of spikelets	-0.03	-0.02	0.008	1					
تعداد دانه در سنبله Number of grains per spike	0.07	0.01	-0.005	0.72**	1				
وزن دانه در سنبله Grain weight per spike	0.07	0.10	0.03	0.64**	0.66**	1			
وزن کاه Straw weight	0.38**	0.26**	0.28**	0.45**	0.40**	0.72**	1		
عملکرد دانه Grain yield	0.77**	0.64**	0.12	0.25**	0.33**	0.35**	0.53**	1	
وزن کل بوته Total plant weight	0.39**	0.29**	0.27**	0.44**	0.38**	0.70**	0.97**	0.56**	1

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد

* and **: Significant at 5% and 1% probability level, respectively

جدول ۸: ضرایب عامل‌ها برای صفات مورد ارزیابی برای میانگین سه تاریخ کاشت

Table 8: Coefficients of factors for evaluated traits for the average of three planting dates

عامل ۳ Factor 3	عامل ۲ Factor 2	عامل ۱ Factor 1	صفت Adjective
-0.22	0.57	0.02	ارتفاع بوته Plant height
-0.62	-0.30	0.00	تعداد پنجه Number of claws
-0.00	0.64	0.12	طول پدانکل Peduncle length
-0.48	0.19	-0.05	طول سنبله Spike length
-0.45	0.04	0.23	تعداد سنبلچه Number of spikelets
0.10	-0.25	0.39	تعداد دانه در سنبله Number of seeds per spike
0.17	0.12	0.44	وزن دانه در سنبله Grain weight per spike
-0.20	-0.16	0.38	وزن کاه Straw weight
0.17	0.08	0.44	عملکرد دانه Grain yield
-0.04	-0.06	0.46	وزن کل بوته Total plant weight
15.129	19.742	42.375	درصد واریانس توجیه شده Percentage of variance justified
77.246	62.117	42.375	جمع کل واریانس توجیه شد The sum of the total variance is justified
1.51	1.97	4.23	مقادیر ویژه Eigenvalues

تعداد دانه، وزن دانه سنبله و عملکرد دانه

تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۵ در شرایط نرمال و ژنوتیپ شماره ۸ در گرمای آخر فصل بیش‌ترین میانگین را داشتند و ژنوتیپ‌های ۵ و ۹ در شرایط مطلوب و ژنوتیپ‌های ۱۰ و ۱۵ در شرایط تنش کم‌ترین میانگین را داشتند. وزن دانه ژنوتیپ‌های ۱۴ و ۸ به‌ترتیب بالاترین میانگین را در حالت نرمال و تنش نشان دادند. علاوه‌بر این در ژنوتیپ یک موقع آبیاری معمولی و ژنوتیپ ۱۳ به هنگام تنش کم‌ترین وزن دانه مشاهده گردید (جدول ۶). تعداد دانه در سنبله یکی از پارامترهای بسیار مهم در ارتباط با عملکرد است. در شرایط تنش، مصادف شدن دوره نمو سنبله با درجه حرارت بالا سبب کاهش طول این دوره و کاهش تعداد سنبلچه بارور در سنبله می‌شود، همچنین تنش گرما با کاهش قدرت جوانه‌زنی دانه گرده و با اختلال در فرآیند گرده‌افشانی باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود (*اسدالله‌زاده* و همکاران، 2019). هنگام تنش گرمایی و کشت تأخیری در گندم، کاهش تعداد دانه و وزن دانه به‌عبارتی کاهش عملکرد گزارش شده است (*موسوی* و همکاران، 2021؛ *مجتبایی‌زمانی* و همکاران، 2014). در تحقیق حاضر، کاهش تعداد دانه در سنبله در ژنوتیپ‌های ۵، ۹، ۱۰ و ۱۵ احتمالاً به این دلیل می‌باشد که با تأخیر در تاریخ کاشت، طول دوره‌ی تشکیل جوانه‌های دانه به‌علت برخورد با درجه حرارت بالا، کم شده و تعداد سنبل‌چه و تعداد دانه سنبل‌چه کاهش می‌یابد که این دو عامل در نهایت سبب کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شوند (*موسوی* و همکاران، 2021؛ *سیاحی* و *کمائی*[1]، 2017). *مشتطی* و همکاران (2018) بیان کردند که بیش‌ترین تعداد دانه در مترمربع (۲۳۱۳۱ دانه) در تاریخ کاشت دوم (۱۵ آذر) حاصل شد، که با نتایج تحقیق حاضر در رابطه با افزایش تعداد دانه در سنبله به غیر از ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ۱۰، ۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۶ در تاریخ کاشت ۱۵ آذر مطابقت داشت. با تأخیر کاشت و افزایش میانگین دمای محیط، طول مراحل رشد از کاشت تا گرده‌افشانی کاهش یافته و لذا تعداد دانه در مترمربع در تاریخ کاشت آخر به کم‌ترین مقدار رسیده است. عملکرد دانه در غلات به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی در واکنش به اجزای آن ازجمله تعداد دانه در سنبله، وزن دانه، تعداد سنبله در واحد سطح و صفات مرتبط با آن‌ها قرار می‌گیرد (*رئیسی‌ساداتی* و همکاران، 2020). مهم‌ترین هدف از کشت یک گیاه زراعی عملکرد دانه است و تنش گرمای انتهای فصل یکی از مهم‌ترین عوامل غیرزیستی محدودکننده

1. Sayahi and kamaee

عملکرد گندم می‌باشد (*موسوی* و همکاران، 2021). نتایج این تحقیق نشان داد به غیر از ژنوتیپ‌های ۴، ۷، ۸ و ۱۲ در سایر ژنوتیپ‌ها طی تنش آخر فصل در سه تاریخ کشت موردبررسی عملکرد دانه کاهش می‌یابد، که احتمالاً افزایش دما بعد گرده‌افشانی، در نتیجه افت سریع کلروفیل، کاهش فتوسنتز جاری و کوتاه شدن دوره مؤثر پرشدن دانه در تاریخ کاشت تأخیری، از عوامل مؤثر در کاهش عملکرد محسوب می‌شوند. *کریم‌زاده* و همکاران (2012) گزارش کردند که تنش خشکی پس از گل‌دهی به‌علت کوتاه‌تر شدن طول دورهٔ پرشدن دانه و تشدید تنش خشکی به‌علت گرمتر شدن دمای هوا باعث کوچک‌تر شدن سایز دانه‌ها و کم شدن وزن‌شان می‌گردد. در این پژوهش ژنوتیپ‌های گندم نسبت به تاریخ‌های کاشت مختلف، عکس‌العمل متفاوتی دارند. این مسأله نشان می‌دهد که کاهش عملکرد به‌دلیل تنش گرما در ژنوتیپ‌ها مختلف یکسان نیست و ژنوتیپ‌های مختلف می‌توانند درجات متفاوتی از کاهش عملکرد را به‌دلیل تنش گرمایی از خود نشان دهند (*سیاحی* و *کمائی*، 2017). هرچند نشان دادن اثرات متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت می‌تواند عملکرد هر ژنوتیپ را در شرایط کاملاً اختصاصی نشان دهد اما باید به این مسأله هم توجه داشت رقمی که زمان تنش از پتانسیل تولید بالاتری نسبت به سایر ارقام برخوردار است، باید این پتانسیل برتر را در شرایط مطلوب نیز نگه دارد. کشت در ۱۵ آبان و ۱۵ آذرماه بیش‌ترین میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ شماره ۱، در تاریخ کاشت یکم آذر در ژنوتیپ شماره ۵ مشاهده گردید. کم‌ترین میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ شماره ۸ مربوط به زمان تنش آخر فصل و تاریخ یکم آذر و در تاریخ کاشت ۱۵ آبان مربوط به ژنوتیپ ۱۴ بود. *مجتبایی‌زمانی* و همکاران (2014) توقف تجمع ماده خشک گندم به‌طور ناگهانی هنگام تنش گرمای شدید و عدم افزایش سرعت پرشدن دانه را از دلایل کاهش شدید عملکرد دانسته‌اند. در این آزمایش ژنوتیپ شماره ۱ عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها هنگام تنش آخر فصل نشان داد. در این مناطق هرگونه تأخیر در تاریخ کاشت، درجات حرارت را در طی دوره رشد و پرشدن دانه تا حد زیادی افزایش داده و تنش گرما را تشدید می‌کند. از مرحله گرده‌افشانی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، گیاه با دوره‌هایی از دمای بالا در طی دوره پرشدن دانه مواجه شده، آسیب دیده و عملکرد آن کاهش می‌یابد، لذا در چنین مناطق آب و هوایی گندم بعد گرده‌افشان با دماهای بالایی مواجه می‌شود. به‌عبارتی اگر کاشت گندم بیش از ۱۵ آذر به تأخیر بیافتد، علاوه‌بر ظهور سنبله، مرحله پرشدن دانه نیز به دماهای بالا برخورد می‌کند که در این شرایط، تنش گرما، مراحل گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک را مختل نموده و عملکرد دانه را بیش‌تر از حد معمول پایین خواهد آورد. *اقبال*[1] و همکاران (2017) گزارش کردند که تنش گرما به‌طور عمده بر دانه‌بندی، مدت و سرعت پرشدن دانه و در نهایت عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد، با این وجود زمان، مدت و شدت تنش گرما، میزان اثر تنش گرما بر عملکرد دانه را تعیین می‌کند. *ناتال*[2] و همکاران (2018) گزارش کردند که اعمال دمای بالای ۳۲ درجه سلسیوس در ۵ روز قبل از گرده‌افشانی به‌ترتیب باعث کاهش ۱۶ و ۱۵ درصدی در تعداد دانه و عملکرد دانه به ازای هر درجه افزایش دما شد. به‌عبارتی، با تأخیر در کاشت علاوه‌بر برخورد مرحله گرده‌افشانی با گرمای انتهای فصل و کاهش دانه‌بندی در گیاه که در مطالعات پیشین مورد ارزیابی قرار گرفته است (*ناتال* و همکاران، 2018؛ *موسوی*[3] و همکاران، 2021)، به‌دلیل کوتاه شدن مراحل رشد، کاهش در طول دوره پرشدن دانه از میزان تجمع مواد در دانه کاسته شده و همچنین، به‌دلیل کاهش شدید در سرعت پرشدن دانه به‌دلیل برخورد با گرمای انتهای فصل، در ارقام غیرمتحمل عملکرد دانه به‌شدت کاهش یافت.

همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم

در این تحقیق در سه تاریخ کاشت همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن کاه و وزن کل بوته و بین طول سنبله با طول پدانکل در هر دو شرایط نرمال و تنش مشاهده شد. ارتفاع بوته برای میانگین این سه تاریخ کاشت همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار با تعداد سنبل‌چه نشان داد، اما همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد در تاریخ کشت‌های موردمطالعه برای طول پدانکل، طول سنبله با وزن کاه، عملکرد دانه و وزن کل بوته به هنگام تنش و شرایط کنترل ملاحظه شد. تعداد سنبل‌چه با وزن کل بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. بالاترین ضریب همبستگی هم فقط در وزن کل بوته با وزن دانه سنبله برای میانگین سه تاریخ کاشت برابر با ۰/۹۷ مشاهده گردید (جدول ۷). محققان دریافتند همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه در سنبله، طول سنبله، تعداد سنبل‌چه در سنبله و نیز بین عملکرد بیولوژیک، طول سنبله، تعداد دانه و نیز رسیدگی فیزیوژیک با عملکرد دانه می‌باشد (*اسدالله‌زاده* و همکاران، 2019؛ *مجتبایی‌زمانی* و همکاران، 2014). که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین افزایش طول پدانکل و عملکرد بیولوژیک تحت تنش وجود دارد. بنابراین اهمیت

1. Iqbal
2. Nuttall
3. Mousavi

افزایش طول پدانکل و نقش آن هنگام پرشدن دانه و افزایش عملکرد بیولوژیک و دانه تحت شرایط محیط‌های تنش‌دار مشخص می‌شود. *آبید* و همکاران (2016) اظهار کردند که عملکرد دانه برآیندی از اجزای عمکرد و تاریخ کاشت و اثرات متقابل آن‌ها است. تنش گرمای آخر فصل با تسریع فرآیند رشد و نمو، کاهش طول دوره رویشی و زایشی و به دنبال آن با تأثیر منفی بر اندام‌زایشی و ممانعت از باروری مطلوب موجب کاهش عملکرد می‌شود. هم‌چنین *موسوی* و همکاران (2021) گزارش کردند که مراحل فنولوژیک چه در شرایط بدون تنش و چه تنش گرما انتهای فصل همبستگی معنی‌داری با عملکرد و اجزای عملکرد در گندم دارد.

تجزیه به عامل‌ها

برای میانگین سه تاریخ کاشت عامل اول ۴۲/۳۷۵ درصد تغییرات را توجیه نمود. برای این عامل صفات وزن کل بوته و عملکرد دانه دارای ضرایب مثبت و صفت طول سنبله دارای ضریب منفی بود. عامل دوم و سوم به‌ترتیب ۱۹/۷۴۲ و ۱۵/۱۲۹ درصد از تغییرات را تبیین کردند. عامل دوم ضریب مثبت بزرگ برای طول پدانکل و عامل سوم ضریب منفی بزرگ برای صفت تعداد پنجه را نشان داد (جدول ۸). *تقی‌زادگان* و همکاران (2016) چهار عامل مهم بر اساس صفات زراعی گندم را با انجام تجزیه به عامل‌ها به‌دست آوردند، که حدود ۸۲ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه کرد، گزارش کردند. *مشتطی* و همکاران (۱۳۸۹) با تحقیق بر روی ۲۰ رقم گندم در شرایط مطلوب و تنش گرمایی آخر فصل رشد گزارش کردند که ارقام موردبررسی طی تنش گرمایی، پاسخ متفاوتی از لحاظ عملکرد و اجزای‌شان داشتند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که هنگام تنش گرمای آخر فصل ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷ و ۸ دارای بالاترین مقدار عملکرد و اجزای آن هستند. کم‌ترین مقدار صفات اندازه‌گیری شده برای طول بوته ژنوتیپ‌های ۴ (G4)، ۱ (G1) و ۲ (G2)، برای طول پدانکل ژنوتیپ‌های شماره ۱ (G1)، ۷ (G7) و ۲ (G2) و برای تعداد سنبل‌چه ژنوتیپ‌های شماره ۱(G1)، ۲(G2)، ۴، ۱۰ و ۱۴ (G4, G10, G14) به‌ترتیب برای تاریخ کاشت‌های ۱۵ آبان، یک آذر و ۱۵ آذر بودند. از طرفی ژنوتیپ‌های شماره ۱۵، ۱۳ و ۱۴ با این‌که در شرایط نرمال بیش‌ترین طول بوته و پدانکل و تعداد سنبل‌چه را نشان دادند، ولی زمان تنش کم‌ترین طول بوته و طول پدانکل را ژنوتیپ ۲ (G2) تولید کرد. از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت گزینش ژنوتیپ‌هایی با طول دوره سنبله‌دهی بالا و هم‌چنین ژنوتیپ‌هایی که مقدار تخصیص و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی آن‌ها به ساقه و سنبله بالا باشد، می‌تواند در شرایط نرمال و تنش عملکرد دانه را بهبود دهد. باتوجه به نتایج پژوهش حاضر بررسی هم‌زمان پارامترهای بیوشیمیایی و مورفولوژیک برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش گرمای آخر فصل مهم بوده و بررسی آن‌ها توصیه می‌شود.

منابع

Abid, M., Tian, Z., Ata-Ul-Karim, S. T., Liu, Y., Cui, Y., Zahoor, R. and Dai, T. 2016. Improved tolerance to postanthesis drought stress by pre-drought priming at vegetative stages in drought-tolerant and-sensitive wheat cultivars. Plant Physiology and Biochemistry, 106 (1): 218-227.

Asadalahzadeh, R., Hatami, A. and Naderi A. 2019. Effect of drought and heat stress on grain yield and Components yield of wheat genotypes. Crop Physiology Journal, 11 (43): 119-138. (In Persian).

Abdoli, M., Esfandiari, A., Mousavi, B. and Sadegh Zadeh, b. 2014. The effects of foliar application of zinc sulfate in different phenological stages on yield formation and zinc content of bread wheat (cv. Kohdasht). Azarian Agricultural Journal, 1 (1): 11-17. (In Persian).

Anjum, A. M., Ali, M., Sattar, M. and Ali, L. 2011. Sowing date effect on yield of different wheat varieties. Journal of Agriculture Research, 48 (2): 157-162.

Ashna, M., Kafi, M., Jafar Nejad, A. and Sharifi, H. 2016. Effect of planting date and nitrogen on developmental stages of wheat cultivars and its relationship with yield and yield components in Neishabour area. Journal of Crops Production, 8 (4): 143-162.

Dalvandi, G., Ghanbari-Odivi, A., Farnia, A., Khaliltahmasebi, B. and Nabati, E. 2013. Effects of drought stress on the growth, yield and yield components of four wheat populations in different growth stages. Advances in Environmental Biology, 7 (4): 619-624.

Farooq, M., Bramley, H., Palta, J. A. and Siddique, H. M. 2011. Heat stress in wheat during reproductive and grain-filling phases. Critical Reviews in Plant Sciences, 30 (6): 1-17.

Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). 2019. World food situation, FAO cereal supply and demand brief. at: http://www.fao.org/ worldfoodsituation/ csdb/en/.

Garshasbi, L., Paknejad, F., Jasemi, S. Sh., Nabi Ilkaee, M. and Sanjani, S. 2021. Evaluation of Quantitative Traits of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars in Different Planting Dates. Journal of Agroecology, 12 (46): 703-721. (In Persian).

Iqbal, M., Iqbal Raja, N., Yasmeen, F. and Hussain, M. 2017. Impacts of heat stress on wheat: A critical review. Advances in Crop Science and Technology, 5 (1): 2329-8863.

Jasemi, Sh., Naghipour, F., Sanjani, S., Esfandyaripour, A., Khorsandi, H. and Najafian. G. 2017. Evaluation of quality properties of four bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in wheat producing provinces of Iran. Iranian Journal of Crop Sciences, 19 (2): 102-115. (In Persian).

Karimzadeh, H., Emam, Y. and Moori, S. 2012. Responses of yield, yield components and drought resistance indices in bread and durum wheat cultivars to post-anthesis drought stress. Journal of Field Crop Science, 43 (1): 151-162. (In Persian).

Liu, B., Asseng, S., Liu, L., Tang, L., Cao, W., Zhu, Y. 2016. Testing the responses of four wheat crop models to heat stress at anthesis and grain filling. Global Chang Biology, 22: 1890-1903.

Modarresi, M., Mohammadi, V., Zali, A. and Mardi, M. 2010. Response of wheat yield and yield related traits to high temperature. Cereal Research Commonication, 38: 23-31.

Mojtabaie Zamani, M., Nabipour, M. and Meskarbashee, M. 2014. Evaluation of changes in the rate and duration of grain filling in ten bread wheat genotypes under heat stress during grain filling. Iranian Conference of Plant Physiology, 7-9 May, 256p. Isfahan University of Technology. Iran.

Moshatati, A., Siadat, S. A., Bakhshandeh, A. M. and Jalal-Kamali, M. R. 2018. The effect of growth and development periods on grain yield of spring bread wheat under terminal heat stress in Ahwaz. Environmental Stresses in Crop Sciences, 11 (1): 197-209. (In Persian).

Mousavi, F., Siahpoosh, M. R. and Sorkheh, K. 2021. Influence of sowing date and terminal heat stress on phonological features and yield components of bread wheat genotypes. Plant Productions, 44 (2): 157-170. (In Persian).

Mwadzingeni, L., Shimelis, H., Tesfay, S., Tsilo, T. J. 2016. Screening of bread wheat genotypes for drought tolerance using phenotypic and proline analyses. Front Plant Science, 7: 12-76.

Mousavi, F., Siahpoosh, M. R.. and Sorkheh, K. 2021. Influence of sowing date and terminal heat stress on phonological features and yield components of bread wheat genotypes. Plant Productions, 44 (2): 157-170.

Nuttall, J. G., Barlowb, K. M., Audrey, J., Delahuntyac, A. J., Christyb, B. P., and Olearya, G. J. 2018. Acute high temperature response in wheat. Crop Physiology and Ecology, 110 (4): 1296-1308.

Nouriyani, H. 2015. Effect of paclobutrazol on the redistribution of assimilates to seed in three varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) under heat stress conditions. Journal of Crop Physiology, 7: 89-104.

Omidi, M., Siahpoosh, M. R., Mamghani, R. and Modarresi, M. 2014. The effects of terminal heat stress on yield, yield components and some morpho-phenological traits of wheat genotypes in Ahwaz weather conditions. Electronic Journal of Crop Production, 6 (4): 33-53.

Rezaeizadeh, A., Mohammadi, V., Siahpoush, M. R. and Ahmadi, A. 2020. The response of iranian spring wheat cultivars to heat stress at anthesis and grain filling stages. Journal of Crop Breeding, 12 (33): 102-109. (In Persian).

Raeesi Sadati, S. Y., Jahanbakhsh Godekahriz, S., Ebadi, A. and Sedghi, M. 2020. Effect of zinc nano oxide foliar application yield and physiological traits wheat under drought stress. Crop Physiology Journal, 12 (46): 45-64. (In Persian).

Shetabi, E. 2016. The paper examines the effect of drought stress on plants, International Conference on Modern Horizons in Agricultural Sciences, Natural Resources and the Environment. Tehran, Pp: 1-7.

Singh, Kh., Sharma, S. N. and Sharma, Y. 2011. Effect of high temperature on yield attributing traits in bread wheat. Bangladesh Journal of Applied Agricultural Research, 36: 415-426.

Sayahi, S. S. and kamaee, F. 2017. Evaluation of 38 varieties of bread wheat in heat stress tolerance is calculated based on the season of the untamed STI farm. Journal of Agronomy Plant Breeding, 13 (3): 39-49.

Talebifar, M., Taghizadeh, R. and Kamal kivi, S. 2014. Determining the relationships between yield and yield components in wheat cultivars under drought stress at different growth stages through path analysis. Pajouhesh Va Sazandgi Journal, 108: 107-113. (In Persian).

Taghizadegan, M., Norouzi, M. and Aharizad, S. 2016. Evaluation of wheat recombinant inbred lines based on morphological and agronomic traits. Journal of Applied Crop Breeding, 2 (3): 137-150. (In Persian).

Moshattati, A., Alami-Saied, Kh., Siadat, S. A. Bakhshandeh, A. M. and Jalal-Kamali, M. R. 2010. Evaluation of terminal heat stress tolerance in spring bread wheat cultivars in Ahwaz conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 12 (2): 85-99. (in Persian).