Razi University

Cereal Biotechnology and Biochemistry

Online ISSN: 2783-5170

Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

Evaluation and selection of bread wheat genotypes for delayed sowing in Northern Khuzestan province using the Stress Sensitivity Index (SSI)

Seyed Mahmoud Tabib Ghaffary[1] ✉ & Mohsen Esmaeilzadeh[2]

[1] Crop and Horticultural Science Research Department, Safiabad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Desful, Iran.

[2] Seed and Plant Improvement Department, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

✉ Corresponding author. E-mail: mahmoud.tabib@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: Wheat production has always been a key focus in the pursuit of self-sufficiency; therefore, identifying biotic and abiotic constraints in the target environment is a priority. Temperature is one of the most important environmental factors, and any abnormal increase or decrease in temperature can lead to a reduction in yield. The overlap of rice, maize, and leafy and tuber vegetables harvest dates in Khuzestan province results in delays in the optimal wheat sowing date, ultimately decreasing yield. This delay exacerbates the damage caused by increased temperatures and heat stress at the end of the growing season.

Materials and methods: In this study, two international germplasm pools from the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), consisting of 32 (6th WYCYT) and 50 (1st CWYT) genotypes, were evaluated in two replications. Each pool was tested with one replication sown on the optimal sowing date (December 5, 2018) and the other on the delayed sowing date (February 6, 2019) at the Safiabad Agricultural Research and Education Center in Khuzestan. The germplasm was arranged in an Alpha lattice design. Traits assessed for treatment comparisons include yield at both sowing dates (optimal and delayed) and the Stress Sensitivity Index (SSI). In addition, to examine the relationship and calculate the correlation coefficient of traits with SSI, the following traits were considered: days from sowing to heading, plant height, thousand seed weight, and days from sowing to physiological maturity at both sowing dates.

Results: The evaluation and selection of genotypes under delayed sowing conditions, compared to the optimal sowing date, led to the identification of six lines in the 1st CWYT pool that not only had a lower Stress Sensitivity Index than the control (Mehrgan) but also yielded 2 to 14% more than the control under delayed sowing. In the 6th WYCYT pool, none of the lines showed a significant difference in the SSI compared to the control, but 11 lines yielded approximately 1 to 9% more than the control, with a sensitivity to stress lower than 1. The results showed a significant negative correlation between yield and SSI under delayed sowing, while under optimal sowing, there was a significant positive correlation between SSI and yield. The most stable correlation coefficients between SSI and yield were observed for both sowing dates. Except for the genetic correlation coefficient of the 1st CWYT pool under the optimal sowing date, the other coefficients between yield and SSI were positive and highly significant. However, the relationship between SSI and yield was inversely significant under delayed sowing. In other words, genotypes that produced higher yields under the optimal sowing date due to their higher sensitivity to stress did not perform well under delayed sowing. On the other hand, under delayed sowing, different genotypes showed greater yield potential than the control and had higher grain yields and lower stress sensitivity indices. Consequently, Lines 604, 605, 611, 622, 623, 625, 629, and 630 in the 1st CWYT pool and lines 3, 7, 26, and 27 in the 6th WYCYT pool are suitable for delayed sowing in Khuzestan province and for combating late-season heat stress.

Conclusion: The use of the Stress Sensitivity Index (SSI) is strongly recommended for screening wheat genotypes for delayed sowing and stable selection in the national wheat improvement program in hot and dry regions.

Keywords: Breeding, sowing date, grain yield, correlation.

Article Type: Research Article

Article history: Received: 04 Sep 2024, **Revised:** 18 Oct 2024, **Accepted:** 26 Nov 2024, **Published online:** 27 Dec 2024

Cite this article: Tabib Ghaffary, S. M. & Esmaeilzadeh, M. (2024). Evaluation and selection of bread wheat genotypes for delayed sowing in Northern Khuzestan province using the Stress Sensitivity Index (SSI). *Cereal Biotechnology and Biochemistry*, *3*(4), 563-580. DOI: 10.22126/cbb.2025.11361.1091

© The Author(s).

10.22126/cbb.2025.11361.1091

Publisher: Razi University

بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات
شاپا الکترونیکی: ۵۱۷۰-۲۷۸۳
Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های گندم نان برای کشت تأخیری در شمال استان خوزستان با استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI)

سید محمود طبیب غفاری[۱]✉، محسن اسماعیل زاده مقدم[۲]

[۱] بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، دزفول، ایران.

[۲] موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران.

✉نویسنده مسئول. رایانامه: mahmoud.tabib@gmail.com

چکیده

مقدمه: تولید گندم به‌منظور دستیابی به خودکفایی همواره مورد توجه قرار داشته است؛ از این رو، شناسایی محدودیت‌های زیستی و غیرزیستی در محیط هدف، در اولویت قرار می‌گیرد. درجه حرارت یکی از مهمترین عوامل محیطی است که افزایش یا کاهش غیر متعارف آن منجر به افت عملکرد می‌گردد. همزمانی تاریخ برداشت برنج، ذرت و سبزیجات برگی و غده‌ای در استان خوزستان منجر به تاخیر در تاریخ کاشت مطلوب گندم و کاهش عملکرد می‌گردد. این تاخیر خسارت ناشی از افزایش درجه حرارت و تنش گرمایی انتهای دوره را افزایش می‌دهد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق دو خزانه بین‌المللی از مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم (CIMMYT) در برگیرنده ۳۲ (6th WYCYT) و ۵۰ (1st CWYT) ژنوتیپ در دو تکرار بررسی و ارزیابی گردید. هر خزانه دارای دو تکرار بود که یک تکرار آن در تاریخ کاشت مطلوب (۱۴ آذر ۱۳۹۷) و تکرار دیگر در تاریخ کاشت تاخیری (۱۷ بهمن ۱۳۹۷) در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد کشت گردید. خزانه‌ها در قالب طرح آلفا لاتیس پیاده شدند. صفات مورد ارزیابی جهت مقایسه میانگین تیمارها شامل عملکرد در دو تاریخ کشت نرمال و تاخیری و همچنین شاخص حساسیت به تنش (SSI) بود. همچنین به منظور بررسی رابطه و محاسبه ضریب همبستگی صفات با SSI، علاوه بر عملکرد در دو تاریخ کاشت نرمال و تاخیری، صفات تعداد روز از کاشت تا ظهور سنبله، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت نرمال و همچنین همین صفات در تاریخ کاشت تاخیری مورد بررسی قرار گرفتند.

یافته‌ها: ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های در شرایط تاریخ کاشت تاخیری در مقایسه با تاریخ کاشت نرمال در دو خزانه دریافت شده از CIMMYT، منجر به شناسایی شش لاین در خزانه 1st CWYT شد که هم شاخص حساسیت به تنش کوچکتر نسبت به شاهد داشتند و هم ۲ تا ۱۴ درصد عملکرد بیشتر از شاهد مهرگان در تاریخ کاشت تاخیری داشتند. در خزانه 6th WYCYT هیچ‌کدام از لاین‌ها اختلاف شاخص حساسیت به تنش معنی‌داری با شاهد نداشتند، اما ۱۱ لاین حدود ۱ تا ۹ درصد عملکرد بیشتری نسبت به شاهد داشتند و حساسیت آن‌ها به تنش کمتر از ۱ بود. نتایج نشان دادکه بین شاخص حساسیت به تنش و سایر صفات ثبت شده، در تاریخ کاشت تاخیری رابطه معنی‌دار منفی بین عملکرد لاین‌ها و شاخص حساسیت به تنش و در تاریخ کاشت مطلوب رابطه مثبت معنی‌دار بین شاخص حساسیت به تنش و عملکرد لاین‌ها وجود داشت. پایدارترین ضرائب همبستگی بین SSI و عملکرد در هر دو تاریخ کاشت مشاهده شد. در تاریخ کاشت نرمال بجز ضریب همبستگی ژنتیکی خزانه1st CWYT، بقیه ضرائب بین عملکرد و شاخص حساسیت به تنش مثبت و بسیار معنی‌دار بودند، اما در تاریخ کاشت نرمال، رابطه بین SSI و عملکرد در تاریخ کاشت تاخیری یک رابطه معکوس و بسیار معنی‌دار داشت. به عبارت دیگر، ژنوتیپ‌هایی که در تاریخ کاشت نرمال عملکرد دانه بیشتری تولید می‌کنند، به دلیل شاخص حساسیت بیشتر به تنش، در تاریخ کاشت‌های تاخیری پاسخگوی خوبی نخواهند بود. بر عکس، در تاریخ‌های کاشت تاخیری ژنوتیپ‌های متفاوت قدرت تولید بیشتری نسبت به شاهد داشته است و عملکرد دانه بالاتر و شاخص حساسیت به تنش کمتری داشتند. در نتیجه لاین‌های شماره ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۱۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۵، ۶۲۹ و ۶۳۰ در خزانه 1st CWYT و لاین‌های شماره ۳، ۷، ۲۶ و ۲۷ در خزانه 6th WYCYT برای تاریخ‌های کشت تاخیری استان خوزستان و مقابله با تنش گرمای انتهای دوره مناسب می‌باشند.

نتیجه‌گیری: برای غربال‌گری ژنوتیپ‌های گندم از نظر کاشت تاخیری و انتخاب پایدار در برنامه اصلاحی ملی گندم در منطقه گرم و خشک، استفاده از شاخص حساسیت به تنش اکیدا پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: به‌نژادی، تاریخ کاشت، عملکرد دانه، همبستگی.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

نوع مقاله: دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۴ **اصلاح:** ۱۴۰۳/۰۷/۲۷ **پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۹/۰۶، **انتشار آنلاین:** ۱۴۰۳/۱۰/۰۷

استناد: طبیب غفاری، س. م. و اسماعیل زاده مقدم، م. (۱۴۰۳). ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های گندم نان برای کشت تأخیری در شمال استان خوزستان با استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI). *بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات*، ۳(۴)، ۵۶۳-۵۸۰. DOI: 10.22126/cbb.2025.11361.1091

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

مقدمه

کشت گندم آبی بهاره در دو اقلیم گرم جنوب و گرم و مرطوب ساحل خزر در شمال کشور متمرکز است. در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰، مساحت کل زیر کشت گندم در کشور به ۶/۹۰ میلیون هکتار رسید و تولید کل آن ۱۳/۲۸ میلیون تن برآورد شد. از این میزان، ۲/۳۶ میلیون هکتار به کشت گندم آبی اختصاص داشت که تولید آن ۸/۸۱ میلیون تن بود و ۴/۵۳ میلیون هکتار به کشت گندم دیم تعلق گرفت که تولید آن ۴/۴۷ میلیون تن بود .استان‌های پیشرو در کشت گندم شامل خوزستان با ۷۰۱ هزار هکتار، کردستان با ۶۱۶ هزار هکتار، آذربایجان شرقی با ۶۸۹ هزار هکتار، آذربایجان غربی با ۴۵۵ هزار هکتار، همدان با ۴۲۴ هزار هکتار، فارس با ۳۶۷ هزار هکتار، کرمانشاه با ۴۲۶ هزار هکتار، گلستان با ۳۸۰ هزار هکتار و زنجان با ۳۷۴ هزار هکتار بودند (Anonymous, 2023). در این بین استان خوزستان طی چندین سال گذشته رتبه اول تولید گندم کشور را به خود اختصاص داده است با این حال تنش گرمای انتهای دوره به ویژه در مزارعی که به صورت تاخیری کشت می‌شوند، دستیابی به حداکثر تولید را مختل می‌نماید. وجود کشت قبلی شامل ذرت و برنج که غالبا تاریخ برداشت آن‌ها با تاریخ کاشت مطلوب همزمان بوده و همچنین اختصاص مزارع کاهو، کلم، هویج و سایر سبزیجات برگی به کشت گندم تاخیری، سبب شده است که به طور متوسط حدود ۴۱ درصد سطح زیر کشت گندم بصورت تاخیری در استان خوزستان کشت گردد (Ahmadi *et al*., 2020؛ Ahmadi *et al*., 2019).

درجه حرارت بعنوان یکی از مهمترین عوامل محیطی همواره در تحقیقات در زمینه کشت و کار گندم مورد توجه بوده است (Del Pozo *et al*., 2016). سهولت ثبت زمان ظهور سنبله و نزدیک بودن زمان آن با زمان گرده-افشانی و اینکه ظهور سنبله بعنوان اولین نشانه مرحله تولید مثل در گندم می‌باشد، باعث شده تا ثبت ظهور سنبله بیشترین کاربرد را در بررسی اثرات برهمکنش ژنوتیپ و محیط در بین مراحل نموی گندم داشته باشد (Slafer *et al*., 2020). به همین دلیل علی رغم توسعه روش‌های پیشرفته فنوتیپی هنوز ظهور سنبله بعنوان کاربردی‌ترین مرحله نموی مورد توجه محققین بوده است و دو دوره پیش و پس از آن بعنوان دو دوره اصلی رشد و نمو گندم شناخته می‌شود (Wardlaw, 1994). غالبا توجه به تنش‌های گرمایی پس از ظهور سنبله و تاثیر آن بر عملکرد بیشتر مورد توجه محققین است، اما بررسی‌های مختلفی نیز برای شناخت تاثیر درجه حرارت بر عملکرد و اجزای آن پیش از ظهور سنبله نیز انجام و نتایج آن منتشر شده است (Liu et l., 2014؛ Tewolde *et al*., 2006؛ Ugarte *et al*., 2007).

در یک مطالعه ژنوتیپ‌های گندم نان و دوروم در شرایط آبیاری کافی و تنش رطوبتی مورد مطالعه قرار گرفتند. در گروه گندم‌های نان ATI[1] و SSPI[2] همبستگی مثبت و معنی داری با SSI[3] نشان دادند. این دو شاخص همچنین با عملکرد در شرایط مطلوب نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. شاخص SNPI[4] همبستگی منفی و معنی‌داری با SSI نشان داد که برای انتخاب ژنوتیپ‌های گندم نان در هر دو شرایط تنش و مطلوب توصیه می‌شود. در بین این ۴ شاخص، فقط شاخص SSI همبستگی معنی‌دار و منفی با عملکرد دانه در شرایط تنش از خود نشان داد (Mousavi *et al.*, 2008). به همین دلیل این شاخص بعنوان شاخص انتخاب ژنوتیپ-ها در تاریخ کشت تاخیری و در مواجهه با تنش انتهایی پایان دوره در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. مطالعه در نسل‌های در حال تفکیک گندم‌های دوروم (F3&F4) نیز بیانگر یک رابطه منفی و معنی‌دار بین SSI و عملکرد دانه بوته در شرایط تنش رطوبتی بود (Golabadi *et al.*, 2006). هدف این تحقیق ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم گندم نان برای کشت تأخیری در شمال استان خوزستان است. این ارزیابی با استفاده از شاخص حساسیت به تنش (SSI) انجام می‌شود تا ژنوتیپ‌های مناسب برای تحمل شرایط گرمایی انتهای فصل شناسایی و انتخاب شوند.

مواد و روش‌ها

بررسی شرایط اقلیمی صفی آباد

این تحقیق با هدف ارزیابی شرایط سال زراعی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی‌آباد، که به عنوان محور برنامه به‌نژادی گندم بهاره شناخته می‌شود، انجام شد. دو خزانه تکراردار که از مرکز بین‌المللی اصلاح ذرت و گندم (CIMMYT) دریافت شده‌اند، شامل ششمین خزانه آزمایش عملکرد گندم (Wheat Yield Consortium Yield Trial)یا به اختصار (6th WYCYT)بودند. این خزانه شامل ۳۲ ژنوتیپ در دو تکرار است. این خزانه با هدف رفع محدودیت‌های منبع و مقصد و اجزاء عملکرد با هدف تجمیع مجموعه صفات مطلوب جهت حصول حداکثر عملکرد تولید و سالانه در نقاط مختلف جهان توزیع می‌گردد. همچنین اولین خزانه Collaborative Wheat Yield Trail که با مشخصه 1st CWYT شناخته می‌شود، شامل ۵۰ لاین بود که در دو تکرار اجرا گردید. این خزانه به صورت مشترک توسط CIMMYT و سایر مراکز پژوهشی همکار این مرکز تهیه و از سال ۱۳۹۷ به ایران وارد گردید و مورد ارزیابی قرار گرفت. هر دو خزانه دارای دو تکرار بود که یک تکرار آن در تاریخ کاشت مطلوب (۱۴ آذر

[1] Abiotic tolerance index
[2] Stress susceptibility percentage index
[3] Stress susceptibility index
[4] Stress non stress production index

۱۳۹۷) و تکرار دیگر در تاریخ کاشت تاخیری (۱۷ بهمن ۱۳۹۷) کشت گردید. خزانه‌ها در قالب طرح آلفا لاتیس پیاده شدند. ژنوتیپ‌ها در کرت‌های ۶ متر مربع با دو پشته به طول ۵ متر با عرض ۱/۲ متر (روی هر پشته ۳ خط کاشت) با استفاده از دستگاه کاشت آزمایشی وینتراشتایگر و تعداد بذر مصرفی ۴۵۰ عدد در متر مربع و با در نظر گرفتن وزن هزار دانه هر ژنوتیپ کشت شدند.

صفات مورد ارزیابی جهت مقایسه میانگین تیمارها شامل عملکرد در دو تاریخ کشت نرمال و تاخیری و همچنین شاخص حساسیت به تنش (SSI) بود (معادله شماره ۱) (Fernandez, 1993). همچنین به منظور بررسی رابطه و محاسبه ضریب همبستگی صفات با SSI، علاوه بر عملکرد (در واحد سطح (۶ متر مربع)) در دو تاریخ کاشت نرمال و تاخیری، صفات تعداد روز از کاشت تا ظهور سنبله، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در تاریخ کاشت نرمال و همچنین همین صفات در تاریخ کاشت تاخیری مورد بررسی قرار گرفتند.

معادله (۱)

$$SSI = \frac{\left[1 - \frac{Ysi}{Ypi}\right]}{SI}$$

معادله (۲) (شدت تنش)

$$SI = \left[1 - \frac{\bar{Y}s}{\bar{Y}p}\right]$$

Ysi: عملکرد در شرایط تنش

Ypi: عملکرد در شرایط بدون تنش

ŸsiŸsi: عملکرد در شرایط تنش

ŸpiŸpi: عملکرد در شرایط بدون تنش

پس از داده‌برداری با استفاده از نرم افزار آماری-META R که در گروه آمار و بیومتری CIMMYT طراحی شده مورد تجزیه آماری قرار گرفت (Alvardo, *et al*., 2015). همچنین محاسبه شاخص SSI و SI و ضریب همبستگی با نرم‌افزار SAS9.1 و کلیه نمودارها با نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

شرایط اقلیمی سال و دامنه ظهور سنبله و ارتفاع ژنوتیپ‌ها

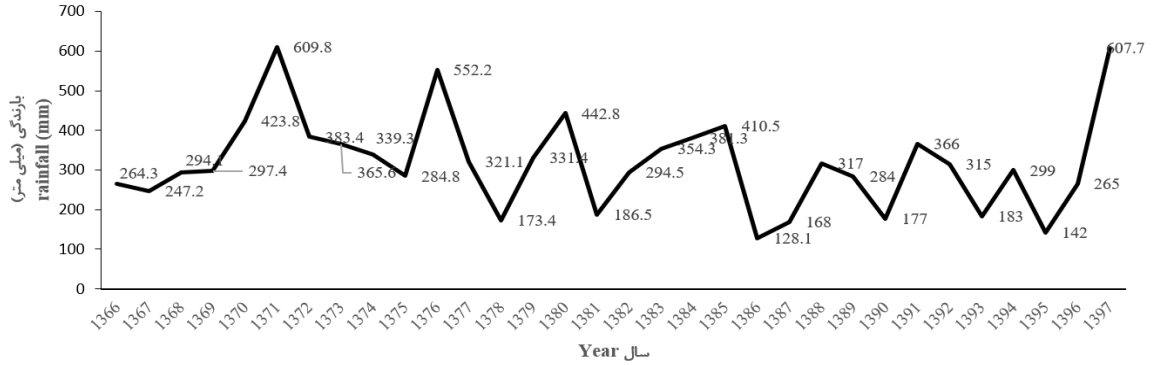
سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ رتبه دوم پر باران‌ترین سال از زمان تاسیس ایستگاه هواشناسی کشاورزی صفی آباد طی ۳۲ سال گذشته بوده است. از ۹ مهر ۱۳۹۷ تا ۱۰ خرداد ۱۳۹۸ جمعا ۶۰۷/۷ میلی‌متر بارش در صفی آباد ثبت شده است (شکل ۱). مجموع بارندگی در دامنه زمانی ظهور سنبله در زودرس‌ترین ژنوتیپ تا رسیدگی دیررس‌ترین آنها در تاریخ کاشت نرمال ۱۰۴/۶ میلی‌متر و در تاریخ کاشت تاخیری ۰/۴ میلی‌متر ثبت گردید. در تاریخ کاشت نرمال با توجه به رژیم بارندگی مطلوب فقط

یک نوبت آبیاری در مرحله پر شدن دانه انجام شد. در تاریخ کاشت تاخیری نیز مجموعا ۲ نوبت آبیاری در دوره پر شدن دانه صورت گرفت. از نظر دما نیز میانگین دمای ماهیانه سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ از ۱۱ دی ماه ۱۳۹۷ تا ۳۱ فروردین ۱۳۹۸ بالاتر از میانگین ۳۰ ساله ۱۳۶۶-۱۳۹۶ بوده است، بر عکس از ۳۱ فروردین تا ۱۰ خرداد میانگین دمای ماهیانه در سال ۹۸ از میانگین دمای ۳۲ ساله کمتر بوده است (شکل ۲). دامنه زمانی ظهور سنبله خزانه‌ها برای زودرس‌ترین ژنوتیپ ۸۹ روز و برای دیررس‌ترین آنها ۱۰۵ روز از تاریخ کاشت بود و بین ۱۳ تا ۲۹ اسفند ۱۳۹۷ ثبت گردید. زمان رسیدگی فیزیولوژیک ژنوتیپ‌ها نیز در تاریخ کاشت نرمال بین اول تا ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۸ بود. در کشت تاخیری دامنه ظهور سنبله خزانه‌ها بین ۶۳ تا ۷۳ روز پس از کاشت و در محدوده زمانی ۲۱ تا ۳۱ فروردین ۱۳۹۸ بود. همچنین زمان رسیدگی فیزیولوژیک ژنوتیپ‌ها در کشت تاخیری بین ۲۲ اردیبهشت تا دوم خرداد ۱۳۹۸ بود.

تنش گرما در دوره پر شدن دانه گندم بعنوان تنش گرمای انتهای دوره شناخته می‌شود. دمای مطلوب رشد و نمو گندم بین ۱۹ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد ذکر شده است. میانگین دمای روزانه بعد از ظهور سنبله هرگاه از حد ۲۶ درجه سانتی‌گراد بالاتر رود منجر به کاهش روند رشد گندم می‌گردد. دمای میانگین روزانه دوره پر شدن دانه در تاریخ کاشت نرمال برای لاین‌های زودرس (از ۱۳ فروردین تا اول اردیبهشت) ۱۸/۴ درجه سانتی‌گراد و برای لاین‌های دیررس (۲۹ اسفند تا ۱۵ اردیبهشت) معادل ۲۰/۹ درجه سانتی‌گراد بوده است. در حالی که دمای میانگین روزانه در دوره پر شدن دانه در تاریخ کاشت تاخیری برای لاین‌های زودرس (۲۱ فروردین تا ۲۲ اردیبهشت) ۲۳/۹ درجه سانتی‌گراد و نسبت به تاریخ کاشت نرمال ۵/۵ درجه گرم‌تر بوده است. در لاین‌های دیررس (۳۱ فروردین تا ۲ خرداد) تاریخ کشت تاخیری میانگین دمای دوره پر شدن دانه ۲۶/۳ درجه سانتی‌گراد بوده و ۵/۴ درجه نسبت همین دوره در تاریخ کاشت نرمال بیشتر است. این میانگین‌ها با حد بحرانی ۲۶ درجه سانتی‌گراد فاصله چندانی ندارد، به همین علت نمی‌تواند بیانگر واقعیت تنش گرما باشد. واقعیت تنش گرمای انتهای دوره در شمال استان خوزستان که موضوع این تحقیق می‌باشد باید بر روی دمای حداکثر روزانه متمرکز باشد. میانگین دمای حداکثر روزانه در تاریخ کاشت نرمال برای زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ژنوتیپ از ظهور سنبله تا رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب ۲۴/۸ و ۲۷/۹ درجه سانتی‌گراد بوده است. در تاریخ کاشت تاخیری میانگین حداکثر دما در دوره ظهور سنبله تا رسیدگی فیزیولوژیک ۳۲/۲ و ۳۵/۳ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برای زودرس‌ترین تا دیررس‌ترین

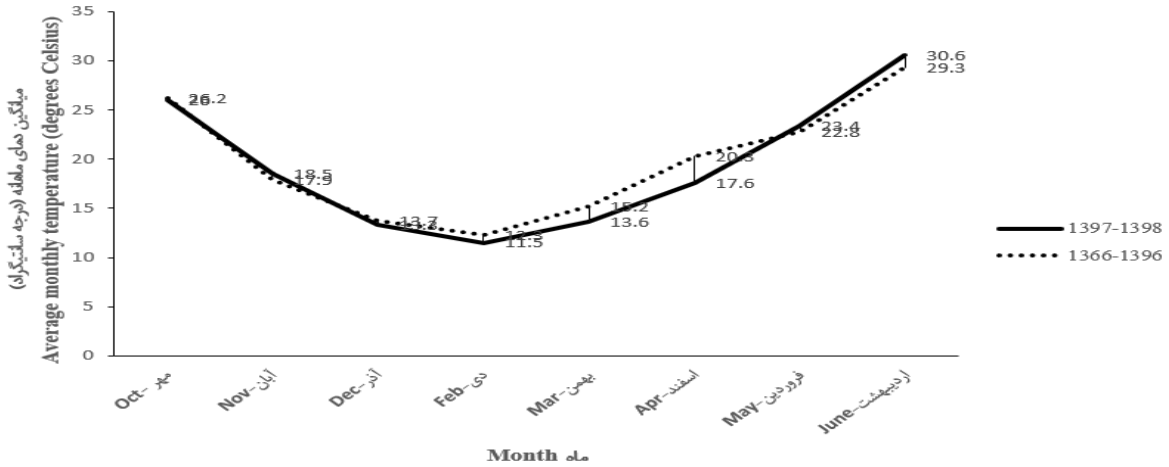
لاین بدست آمد. به عبارتی بر اساس میانگین دمای حداکثر روزانه تمام ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت تاخیری در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد دوره ظهور سنبله تا رسیدگی فیزیولوژیک را سپری کرده‌اند.

دمای حداقل و حداکثر روزانه از ۱۳ اسفند تا دوم خرداد، در فاصله ظهور سنبله زودرس‌ترین لاین تاریخ کاشت نرمال تا دیررس‌ترین لاین تاریخ کاشت تاخیری بوسیله شکل ۳ نشان داده شده است. همانگونه که در این نمودار قابل مشاهده است، از ۲۱ فروردین ۱۳۹۸ دمای حداکثر روزانه از ۲۶ درجه سانتی‌گراد بالاتر رفته است به جز یک دوره دو روزه در فاصله اول تا سوم اردیبهشت، این دما تا رسیدگی فیزیولوژیک برای دیررس‌ترین ژنوتیپ در تاریخ کاشت نرمال (۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۸) و تاریخ کاشت تاخیری (دوم خرداد ۱۳۹۸) این دما هرگز پایین‌تر نیامده است. علاوه بر این مقطع در فاصله ۱۴ تا ۱۸ فروردین ۱۳۹۸ (سوم تا هفتم آوریل ۲۰۱۹) نیز دمای حداکثر از ۲۶ درجه سانتی‌گراد بالاتر رفته است و تا ۴۲ درجه سانتی‌گراد نیز رسیده است. در واقع انتخاب تاریخ کاشت تاخیری در این مطالعه با هدف اعمال تنش گرمایی در شرایط محیط باز و بررسی واکنش لاین‌ها به تشدید تنش گرمای انتهایی انجام شده است و وضعیت دمای حداکثر محیط نیز موید این اعمال تیمار می‌باشد.



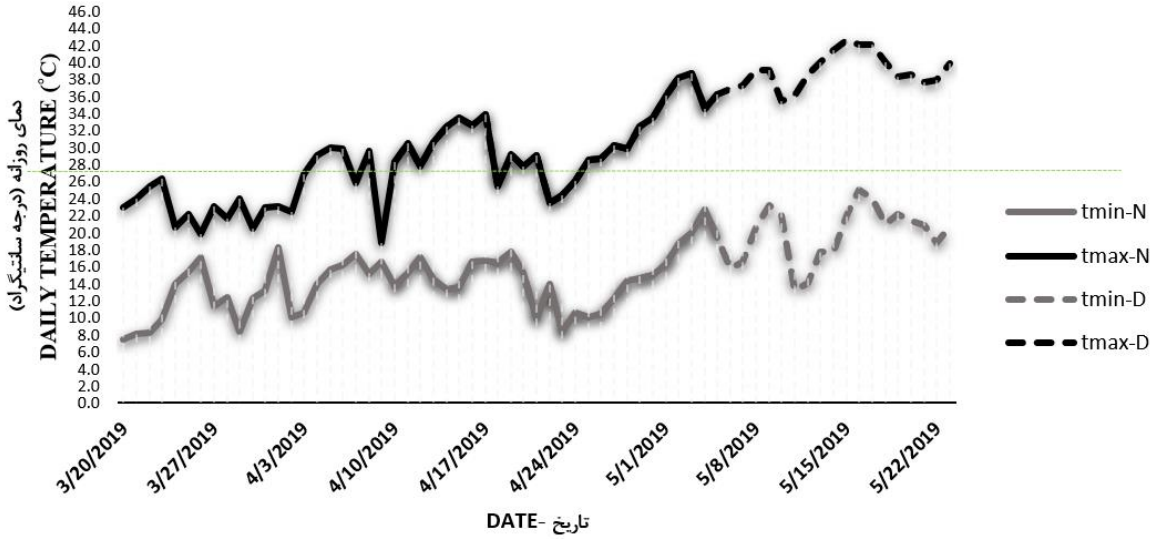
شکل ۱- میزان بارش ۳۲ ساله در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد- دزفول

Figure 1. 32-year rainfall data at the Agricultural Research and Education Center in Safiabad- Dezful



شکل ۲-مقایسه میانگین دمای ماهیانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ با میانگین ۳۰ ساله

Figure 2. Comparison of monthly average temperatures at the Agricultural Research and Education Center in Safiabad for the agricultural year 2017-2018 with a 30-year average.



شکل ۳- دمای روزانه حد اکثر(tmax) و حد اقل (tmin) در فاصله ۱۳ اسفند ۱۳۹۷ تا دوم خرداد ۱۳۹۸ (پس از ظهور سنبله) در خزانه‌های ارزیابی شده با تاریخ کاشت مطلوب N و تاریخ کاشت تاخیریD

Figure 3. Daily maximum (tmax) and minimum (tmin) temperatures between 13 Esfand 2017 to 2 Khordad 2018 (after the appearance of the ear) in evaluated plots with desirable planting date N and delayed planting date D.

عملکرد دانه در تاریخ کاشت نرمال و تاخیری، شاخص حساسیت محیطی و همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی

نتایج نشان داد که لاین شماره ۶۰۲ در خزانه 1st CWYT با شجره MISR 1 همان رقم مهرگان است که در کشور مصر به نام مصر ۱ نامگذاری شده است. اطلاعات ثبت شده نشان می‌دهد که بین رقم مهرگان ایران و رقم مصر۱ تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۱). در تاریخ کاشت مطلوب این خزانه هیچ کدام از لاین‌ها از نظر عملکرد دانه برتری معنی‌داری نسبت به رقم مهرگان نداشتند، اما در تاریخ کاشت تاخیری شماره‌های ۶۰۹، ۶۱۹، ۶۴۹ و ۶۵۰ در سطح ۵٪ نسبت به شاهد عملکرد پایین‌تری داشتند. از نظر شاخص حساسیت به تنش (SSI)، ۳۴ ژنوتیپ ضریب کوچکتر از عدد یک را نشان دادند. در این میان شماره‌های ۶۲۰، ۶۲۳، ۶۲۵، ۶۲۹، ۶۳۰ و ۶۳۳ به طور معنی داری در سطح ۵٪ از شاهد کمتر بود. همچنین عملکرد دانه این ژنوتیپ‌ها بین ۲ تا ۱۴ درصد در تاریخ کاشت تاخیری از

شاهد (رقم مهرگان) بالاتر بود. پایین‌ترین SSI (۰/۷۲۳ و ۰/۶) و بیشترین درصد افزایش عملکرد (۱۱ و ۱۹ درصد) در تاریخ کاشت تاخیری به ترتیب به لاین‌های شماره ۶۲۲، ۶۳۲، ۶۲۹ و ۶۳۰ اختصاص دارد (جدول۱).

در خزانه 6th WYCYT هیچ یک از لاین‌ها از نظر صفت عملکرد دانه در تاریخ کشت نرمال اختلاف معنی‌داری با شاهد (رقم مهرگان) نداشتند. در تاریخ کاشت تاخیری نیز هیچ یک از لاین‌ها برتری معنی داری نسبت به شاهد نداشتند اما لاین‌های شماره ۳۱ و ۳۲ در سطح ۵٪ نسبت به رقم مهرگان عملکرد کمتری تولید نمودند. محاسبه شاخص حساسیت به تنش (SSI)، منجر به تفکیک ۱۷ لاین شد که ضریب کوچکتر از عدد یک را دارا بود و خود را نسبت به حساسی های محیطی ناشی از تاخیر از تاریخ کاشت، متحمل‌تر نشان دادند. از بین این ۱۷ ژنوتیپ، لاین ۲۷ با شجره SERI/BAV92//PUB94.15.1.12/WBLL1 کمترین ضریب SSI را به خود اختصاص داده هرچند هیچ یک از لاین‌های این آزمایش نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری از نظر SSI نداشتند. این لاین پس از لاین شماره ۶ که ۹ درصد عملکرد بالاتری نسبت به شاهد در تاریخ کاشت تاخیری دارد، با ۸ درصد افزایش عملکرد نسبت به رقم مهرگان در رده دوم نسبت به شاهد در آزمایش کشت تاخیری قرار گرفت (جدول ۲).

پایدارترین ضرائب همبستگی بین SSI و عملکرد در هر دو تاریخ کاشت مشاهده شد. در تاریخ کاشت نرمال بجز ضریب همبستگی ژنتیکی خزانه1st CWYT، بقیه ضرائب بین عملکرد و شاخص حساسیت به تنش بزرگ، مثبت و بسیار معنی‌دار بودند، اما در تاریخ کاشت نرمال، رابطه بین SSI و عملکرد در تاریخ کاشت تاخیری یک رابطه معکوس و بسیار معنی‌دار داشت (جدول ۳). به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های با تولید عملکرد دانه بیشتر در تاریخ کاشت نرمال در هر دو خزانه مورد بررسی، بدلیل شاخص حساسیت به تنش بیشتر جوابگوی تاریخ کاشت های تاخیری نمی‌باشند. بر عکس، در تاریخ‌های کاشت تاخیری ژنوتیپ‌های متفاوت قدرت تولید بیشتری نسبت به شاهد داشته و عملکرد دانه بالاتر و شاخص حساسیت به تنش کمتری داشتند. در نتیجه لاین‌های شماره ۶۰۴، ۶۰۵، ۶۱۱، ۶۲۲، ۶۲۳، ۶۲۵، ۶۲۹ و ۶۳۰ در خزانه 1st CWYT (جدول ۱) و ژنوتیپ‌های ۳، ۷، ۲۶ و ۲۷ در خزانه 6th WYCYT (جدول ۲) برای تاریخ‌های کشت تاخیری استان خوزستان و مقابله با تنش گرمای انتهای دوره مناسب می‌باشند.

رشد گندم در هر مرحله ای از رشد می‌تواند در اثر گرما دچار اختلال شود. مدل‌های مطالعه شده برای تغییر

اقلیم، افزایش دما را در آینده پیش بینی‌نموده است؛ که برای عرض‌های پایین‌تر جغرافیایی، یعنی جایی که حدود ۱۰۰ میلیون هکتار گندم کشت می‌شود، شدت این افزایش دما بیشتر خواهد بود. در عوض گندم‌های کشت شده در عرض‌های بالاتر جغرافیایی بدلیل کاهش اثرات منفی سرما و معتدل‌تر شدن دما، از افزایش دما بیشتر بهره مند خواهد شد (Cossani & Reynolds, 2012؛ Easterling, & Apps, 2005). کاهش عملکرد گندم با دما کاملا مرتبط است. استمرار دمای حداکثر روزانه بین ۲۵ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد در طول دوره پر شدن دانه و همچنین افزایش دما حداکثر به بیش از ۳۲ درجه سانتی‌گراد در اواسط تا اواخر این دوره به ترتیب به عنوان تنش گرمایی مزمن و شوک حرارتی تلقی می‌گردد (Wardlaw & Wrigley, 1994). استان خوزستان بعنوان یکی از استان‌های گرم و خشک جنوب کشور با محدودیت تنش‌های انتهای دوره رشد گندم مواجه است. ارزیابی ۱۰ رقم محلی خوزستان به همراه ۵ ژنوتیپ اصلاح شده در سه محیط مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید که با ترکیبی از تاریخ کاشت تاخیری و رژیم آبیاری طراحی شده بود رقم محلی شعله را بعنوان متحمل‌ترین رقم در مقابل تنش انتهایی گرما و رطوبت شناسایی نمود (Ehdaie, 1988). رقم شعله از جمله ارقام بومی خوزستان است که از سال ۱۳۳۷ در خوزستان کشت می شود. تحمل این رقم بومی در مقابل تنش‌های محیطی به ویژه گرمای انتهایی پایان دوره در مقطعی که خلاء ارقام اصلاح شده وجود داشته بیانگر نگاه درست گندم‌کاران منطقه در انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار و توجه آنها به تنش های محیطی آخر فصل بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق بر اهمیت توجه به این نکته تأکید می‌کند که در برنامه ملی به‌نژادی گندم برای اقلیم گرم جنوب، ارزیابی ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش‌های ناشی از تأخیر در تاریخ کاشت، هنوز به‌طور کامل انجام نشده است. برای برطرف کردن این خلا، ضروری است که در فرآیند ارزیابی خزانه‌های بین‌المللی در برنامه ملی به‌نژادی، دو تکرار از هر خزانه تأمین گردد و همچنین در مراحل پایانی این برنامه، ژنوتیپ‌ها در دو تاریخ کاشت نرمال و تاخیری ارزیابی شوند. این اقدامات می‌تواند به شناسایی و انتخاب ارقام مناسب برای کشت در شرایط کاشت تاخیری در محیط‌های هدف کمک کرده و عملکرد بهینه گندم را تحت شرایط تنش تضمین کند.

تشکر و قدردانی

این مقاله بر اساس داده های استخراج شده از ایستگاه دزفول در پروژه شماره ۰-۰۳-۰۳-۲۴۹-۹۷۱۰۷۹ برنامه ملی به‌نژادی گندم نان اقلیم گرم جنوب و همچنین داده های بخش به‌نژادی گندم بهاره پروژه « افزایش عملکرد

گندم و بهره‌وری نظام‌های زراعی گندم بنیان» در ایران تهیه شده است. نگارنده‌گان بدینوسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول که اجرای این پروژه را تسهیل نموده اند اعلام می دارند.

جدول۱- مقایسه عملکرد ژنوتیپ های خزانه 1st CWYT در تاریخ کاشت نرمال (N) و تاخیری (D) و همچنین شاخص حساسیت به تنش هر ژنوتیپ

Table 1. Yield comparison of evaluated genotypes in the 1st CWYT at normal (N) and delay (D) planting date as well as calculated Stress Sensitivity Index (SSI) for each Genotype

شماره	شماره بین المللی	شجره	تاریخ کاشت نرمال		تاریخ کاشت تاخیری		شاخص حساسیت به تنش
			Normal planting date		Delay planting date		
			عملکرد دانه	درصد عملکرد نسبت به شاهد	عملکرد دانه	درصد عملکرد نسبت به شاهد	SSI
Entry	GIID	Pedigree	Yield (Kg/ha)	Check٪	Yield (Kg/ha)	Check٪	
601	304660	LOCAL CHECK (Mehregan)	5117	100	2884	100	1.079
602	7213309	MISR 1	5056	99	2965	103	0.98
603	6332122	CHIPAK	4973	97	2899	101	0.939
604	6175067	NADI	4940	97	2934	102	0.882
605	6341870	MUCUY	4986	97	3013	104	0.871
606	6176225	FITIS	5060	99	3061	106	0.97
607	6356376	ZINCOL2016	5079	99	2474 D	86	1.181
608	6564550	MAYIL	4990	98	2929	102	0.947
609	6922197	KACHU/SOLALA	4915	96	2444 D	85	1.054
610	6684042	MUNAL*2/WESTONIA	4957	97	2761	96	0.974
611	6683244	SHORTENEDSR26TRANSLOCATION//2*WBLL1*2/KKTS/3/BECARD	5006	98	3191	111	0.888
612	6681676	QUAIU #1/SUP152	5000	98	2733	95	0.982
613	6178973	SUP152/BLOUK #1	4898	96	2558	89	0.974
614	6177595	KINGBIRD #1//INQALAB 91*2/TUKURU	4949	97	2743	95	0.979
615	6417117	BECARD/QUAIU #1	5042	99	2692	93	1.084
616	6415172	BECARD/FRNCLN	5013	98	2914	101	0.989
617	6415858	KACHU/BECARD//WBLL1*2/BRAMBLING	4969	97	2874	100	0.937
618	6680725	QUAIU #1/BECARD	5004	98	2840	98	0.989
619	6680727	WBLL1*2/BRAMBLING/4/BABAX/LR42//BABAX*2/3/SHAMA	5039	98	2352 D	82	1.208
620	6937850	KACHU*2/BECARD	4912	96	2942	102	0.788 B
621	6934955	SOKOLL/WBLL1/4/D67.2/PARANA66.270//AE.SQUARROSA(320)/3/CUNNINGHAM	5020	98	3124	108	0.901
622	6933471	ROLF07/SAUAL/5/SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/AMAD*2/4/KIRITATI	5075	99	3290	114	0.89
623	6933502	KACHU/SAUAL/4/ATTILA*2/PBW65//PIHA/3/ATTILA/2*PASTOR	4948	97	3140	109	0.772 B
624	6938774	NS-732/HER/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2/5/WHEAR/SOKOLL	5016	98	2869	99	0.981
625	6938783	SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/PASTOR//MILAN/KAUZ/3/BAV92	4959	97	3080	107	0.799 B
626	7177198	HUW234+LR34/PRINIA*2//SNLG/3/KINGBIRD #1/4/BAJ #1	5027	98	2791	97	1.02
627	7174421	KACHU/SAUAL/4/VARIS/MISR2/3/FRET2/KUKUNA//FRET2/5/KACHU/SAUAL	4986	97	3007	104	0.891
628	7177875	WAXWING//INQALAB 91*2/KUKUNA/3/WBLL1*2/TUKURU/8/2*NG8201/KAUZ/4/ SHA7//PRL/VEE#6/3/FASAN/5/MILAN/KAUZ/6/ACHYUTA/7/PBW343*2/KUKUNA	4994	98	2705	94	0.987
629	7175794	ATTILA*2/PBW65//PIHA/3/ATTILA/2*PASTOR*2/5/SERI.1B//KAUZ/HEVO/3/AMAD*2/4/KIRITATI	4951	97	3289	114	0.723 B
630	6569768	VENDA	4904	96	3202	111	0.6 B

B: Significantly better than local check at *P<5%* B: برتری معنی دار نسبت به شاهد در سطح ۵٪

D: Significantly less than local check at *P<5%* D : افت معنی دار نسبت به شاهد در سطح ۵٪

ادامه جدول ۱.

Table 1 continued.

شماره	شماره بین المللی	شجره	تاریخ کاشت نرمال		تاریخ کاشت تاخیری		شاخص حساسیت به تنش
			Normal planting date		Delay planting date		
			عملکرد دانه	درصد عملکرد نسبت به شاهد	عملکرد دانه	درصد عملکرد نسبت به شاهد	SSI
Entry	GIID	Pedigree	Yield (Kg/ha)	Check٪	Yield (Kg/ha)	Check٪	
631	6684398	BONSU	5091	99	2909	101	1.058
632	6684377	BECARD//ND643/2*WBLL1	5056	99	3232	112	0.911
633	7179049	FRET2*2/SHAMA//PARUS/3/FRET2*2/KUKUNA/4/WBLL1/KUKUNA//TACUPETO F2001/3/UP2338*2/VIVITSI	4969	97	3080	107	0.825 B
634	7077417	NGL//2*WHEAR/SOKOLL	5044	99	2986	104	0.967
635	7077407	BAJ #1/PREMIO	5077	99	2601	90	1.088
636	6056139	SOKOLL/WBLL1	4998	98	2685	93	1.052
637	6056064	PUB94.15.1.12/WBLL1	5037	98	3003	104	0.955
638	6056140	SOKOLL/WBLL1	4946	97	2690	93	0.962
639	7129688	SERI/BAV92//PUB94.15.1.12/WBLL1	4982	97	2956	102	0.913
640	7129763	C80.1/3*QT4118//KAUZ/RAYON/3/2*TRCH/4/BERKUT/KRICHAUFF	5013	98	2721	94	1.048
641	5865670	BAV92/SERI	4975	97	2582	90	1.073
642	5865676	W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1	5016	98	2516	87	1.128
643	7705129	SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/PARUS/PASTOR	5074	99	2771	96	1.095
644	7705584	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1	4977	97	2965	103	0.924
645	6676793	SOKOLL/WBLL1	4946	97	2679	93	0.996
646	7142186	KS940935.7.1.2/2*PASTOR/4/FRAME//MILAN/KAUZ/3/PASTOR	4979	97	2490	86	1.103
647	7032370	JNRB.5/PIFED/5/BJY/COC//PRL/BOW/3/SARA/THB//VEE/4/PIFED	5010	98	2858	99	0.998
648	7857856	SERI/BAV92//PUB94.15.1.12/WBLL1	4989	97	2810	97	0.981
649	7857895	SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU/4/MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN	5059	99	2448 D	85	1.184
650	7857964	BCN/WBLL1//ROLF07/5/UP2338*2/SHAMA/3/MILAN/KAUZ//CHIL/	5023	98	2200 D	76	1.245
617	6415858	CHUM18/4/UP2338*2/SHAMA	4969	97	2874	100	0.937
LSD			302*	-	406.4*	-	0.249*
CV			12.7	-	12.4	-	25.2

B: Significantly better than local check at *P<5%* B: برتری معنی دار نسبت به شاهد در سطح ۵٪

D: Significantly less than local check at *P<5%* D : افت معنی دار نسبت به شاهد در سطح ۵٪

جدول۲- مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌های خزانه 6^{th} WYCYT در تاریخ کاشت نرمال (N) و تاخیری (D) و شاخص حساسیت محیطی هر ژنوتیپ

Table 2. Yield comparison of evaluated genotypes in the 6^{th} WYCYT at normal (N) and delay (D) planting date and Stress Sensitivity Index (SSI) for each Genotype

شماره	شماره بین المللی	شجره	تاریخ کاشت نرمال		تاریخ کاشت تاخیری		شاخص حساسیت به تنش
			Normal planting date		Delay planting date		
			عملکرد دانه	درصد عملکرد نسبت به شاهد	عملکرد دانه	درصد عملکرد نسبت به شاهد	
Entry	GIID	Pedigree	Yield (Kg/ha)	Check٪	Yield (Kg/ha)	Check٪	SSI
1	304660	LOCAL CHECK (Mehregan)	5088	100	3094	100	1.033
2	8071555	SERI/BAV92//PUB94.15.1.12/WBLL1/3/MUCUY	5049	99	2993	97	1.06
3	8071586	SUP152//PUB94.15.1.12/WBLL1/3/MUCUY	4968	98	3342	108	0.857
4	8071607	SUP152//PUB94.15.1.12/WBLL1/3/MUCUY	4955	97	3167	102	0.924
5	8071616	WBLL1//PUB94.15.1.12/WBLL1/3/MUCUY	5163	101	3018	98	1.109
6	8071629	WBLL1//PUB94.15.1.12/WBLL1/3/MUCUY	5082	100	3358	109	0.921
7	8071630	WBLL1//PUB94.15.1.12/WBLL1/3/MUCUY	4788	94	3240	105	0.854
8	8287830	WBLL1//YANGLING SHAANXI/ESDA/3/ROLF07/4/TACUPETO F2001/SAUAL//BLOUK #1	4416	87	2906	94	0.809
9	8287866	PAVLOVKA/V15.89C//NAVJ07/3/ROLF07/4/MUCUY	5096	100	3224	104	0.964
10	8287868	PAVLOVKA/V15.89C//NAVJ07/3/ROLF07/4/MUCUY	5053	99	3175	103	0.98
11	8287876	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1/5/MUCUY	5051	99	3035	98	1.034
12	8287885	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1/5/MUCUY	5097	100	3131	101	1
13	8287889	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1/5/MUCUY	5218	103	2924	95	1.162
14	8287893	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1/5/MUCUY	4732	93	2932	95	0.974
15	8287910	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1/5/MUCUY	4905	96	2969	96	1.037
16	8288059	BABAX/LR42//BABAX/3/VORB/4/COPIO	4565	90	2989	97	0.859
17	8288099	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (465)/3/2*MUCUY	5158	101	3076	99	1.057
18	8288100	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (465)/3/2*MUCUY	5073	100	3019	98	1.032
19	8288101	D67.2/PARANA 66.270//AE.SQUARROSA (465)/3/2*MUCUY	5235	103	2951	95	1.135
20	8288121	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/2*MUCUY	4922	97	2800	90	1.09
21	8288123	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/2*MUCUY	5135	101	3207	104	0.988
22	8288127	68.111/RGB-U//WARD/3/FGO/4/RABI/5/AE.SQUARROSA (784)/6/2*MUCUY	4846	95	3107	100	0.921
23	7928562	GAN/AE.SQUARROSA (897)//KACHU/3/BAJ #1	5317	105	3211	104	1.049
24	7947250	SCOOP_1/AE.SQUARROSA (634)//KACHU/3/BAJ #1	4803	94	2953	95	1.002
25	7947313	ARLIN_1/AE.SQUARROSA (1017)//KACHU/3/BAJ #1	4990	98	3139	101	0.956
26	7947315	ARLIN_1/AE.SQUARROSA (1017)//KACHU/3/BAJ #1	4885	96	3273	106	0.86
27	7129688	SERI/BAV92//PUB94.15.1.12/WBLL1	4576	90	3338	108	0.641
28	7705584	MEX94.27.1.20/3/SOKOLL//ATTILA/3*BCN/4/PUB94.15.1.12/WBLL1	5046	99	3083	100	1.008
29	5106304	BAJ #1	4630	91	3139	101	0.842
30	7806808	BORLAUG100 F2014	4844	95	3048	99	0.978
31	3825355	SOKOLL	4620	91	2778 D	90	0.999
32	7857964	BCN/WBLL1//ROLF07/5/UP2338*2/SHAMA/3/MILAN/KAUZ//CHIL/CHUM18/4/UP2338*2/SHAMA	4854	95	2616 D	85	1.155
LSD			682*	-	308*	-	0.444*
CV			10.5	-	8.2	-	21.2

B: Significantly better than local check at *P<5%* B: برتری معنی دار نسبت به شاهد در سطح ۵٪

D: Significantly less than local check at *P<5%* D : افت معنی دار نسبت به شاهد در سطح ۵٪

جدول ۳- ضرائب همبستگی ژنتیکی (Genetic) و فنوتیپی (Phenotypic) بین شاخص حساسیت به تنش (SSI) و سایر صفات ثبت شده در تاریخ کاشت نرمال و تاخیری

Table 3. Genetic and phenotypic correlation coefficient between Stress sensitivity index (SSI) and other recorded traits in normal and delay planting dates

خزانه Nursery		تاریخ کاشت نرمال Normal planting date					تاریخ کاشت تاخیری Delay planting date			
		کاشت تا ظهور سنبله (روز) DHE	کاشت تا رسیدگی ارتفاع بوته Height	وزن هزاردانه TKW	فیزیولوژیک(روز) DMA	عملکرد دانه Grain Yield	کاشت تا ظهور سنبله (روز) DHE	کاشت تا رسیدگی ارتفاع بوته Height	فیزیولوژیک(روز) DMA	عملکرد دانه Grain Yield
1st CWYT	Genetic	0.432***	0.999***	0.031	0.147	0.002	0.689***	0.146	0.915***	-0.941***
	Phenotypic	0.321*	0.288*	0.111	0.157	0.494***	0.450***	0.195	0.497***	-0.853***
6th WYCYT	Genetic	-0.027	-0.315	0.614***	0.070	0.815***	0.260	-0.358*	0.235	-0.568***
	Phenotypic	-0.077	-0.283	0.317	-0.059	0.626***	0.199	-0.364*	0.190	-0.670***

References

Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebad Zadeh, H.R., Hoseynpoor, R., Hatami, F., Mohiti, Z., Fazli Estabragh, M., Kazemian, A., & Rafiei, M. 2015. Statistics of agronomic crops. Annual Report 2019-2020. Iran's Jihad Agriculture ministry, Deputy of economy and planning, Information technology center. 155 pp [In Persian].

Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebad Zadeh, H.R., Hoseynpoor, R., Hatami, F., Mohiti, Z., Fazli Estabragh, M., Kazemian, A., & Rafiei, M. 2015. Statistics of agronomic crops. Annual Report 2020-2021. Iran's Jihad Agriculture ministry, Deputy of economy and planning, Information technology center. 159 pp [In Persian].

Anonymous 2023. Statistical year book of agricultural crops. 1st Volume: Filed Crops. Ministry of Jihad-eAgriculture, Tehran, Iran, 103 pp. [In Persian].

Cossani, C. M., & Reynolds, M. P. 2012. Physiological traits for improving heat tolerance in wheat. *Plant physiology*, *160*(4), 1710-1718.

Del Pozo, A. H., García-Huidobro, J., Novoa, R., & Villaseca, S. 1987. Relationship of base temperature to development of spring wheat. *Experimental Agriculture*, *23*(1), 21-30. DOI: https://doi.org/10.1017/S0014479700001095

Easterling, W., & Apps, M. 2005. Assessing the consequences of climate change for food and forest resources: a view from the IPCC. *Increasing climate variability and change: Reducing the vulnerability of agriculture and forestry*, 165-189.

Ehdaie, B., Waines, J., & Hall, A. 1988. Differential responses of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environments. *Crop science*, *28*(5), 838-842. doi.org/10.2135/cropsci1988.0011183X002800050024x

Fernandez, G. C. 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance.

Fischer, R., & Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, *29*(5), 897-912.

Golabadi, M., Arzani, A., & Maibody, S. M. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. *African Journal of agricultural research*, *1*(5), 162-171.

Liu, B., Liu, L., Tian, L., Cao, W., Zhu, Y., & Asseng, S. 2014. Post-heading heat stress and yield impact in winter wheat of China. *Global change biology*, *20*(2), 372-381. DOI:10.1111/gcb.12442

Mousavi, S., YAZDI, S. B., Naghavi, M., Zali, A., Dashti, H., & Pourshahbazi, A. 2008. Introduction of new indices to identify relative drought tolerance and resistance in wheat genotypes.

Slafer, G., Reynolds, M., Pask, A., & Mullan, D. 2012. Wheat development: its role in phenotyping and improving crop adaptation. *Physiological breeding I: interdisciplinary approaches to improve crop adaptation. Mexico DF: CIMMYT*, 107-121.

Tewolde, H., Fernandez, C., & Erickson, C. 2006. Wheat cultivars adapted to post-heading high temperature stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *192*(2), 111-120. DOI:10.1111/j.1439-037X.2006.00189.x

Ugarte, C., Calderini, D. F., & Slafer, G. A. 2007. Grain weight and grain number responsiveness to pre-anthesis temperature in wheat, barley and triticale. *Field Crops Research*, *100*(2-3), 240-248. doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.010

Wardlaw, I. F. 1994. The effect of high temperature on kernel development in wheat: variability related to pre-heading and post-anthesis conditions. *Functional Plant Biology*, *21*(6), 731-739.

Wardlaw, I., & Wrigley, C. 1994. Heat tolerance in temperate cereals: an overview.Functional Plant Biology.21:695-703