دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

شناسایی منابع ژنتیکی متحمل به تنش گرما در ژرم پلاسم گندم نان

مهدی زهراوی[۱]، نازنین امیربختیار[۲]، یوسف ارشد[۱]، غلامعباس مشرف قهفرخی[۳] و مهرزاد احمدی[۱]

۱- استادیار، بخش تحقیقات ژنتیک، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- محقق، بخش تحقیقات ژنتیک، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(نویسنده مسوول: nabakhtiar@spii.ir)
۳- محقق، بخش تحقیقات اصلاح بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۳۰
صفحه: ۲۲۸ تا ۲۳۸

چکیده

تنش گرمای انتهای دوره رشد به عنوان رایج‌ترین و پرخسارت‌ترین نوع تنش گرمایی در جهان شناخته شده است. در مناطق جنوبی ایران از جمله خوزستان نیز تاخیر در کشت گندم منجر به مواجه شدن مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه با دماهای بالا و افت عملکرد می‌گردد. گزینش ارقام متحمل به تنش گرما، یکی از راه‌های مبارزه با این تنش می‌باشد. در این آزمایش به منظور شناسایی منابع متحمل به گرما، ۲۰۳ نمونه ژنتیکی گندم نان به همراه ۳ رقم شاهد منطقه در دو تاریخ کاشت مطلوب و دیرهنگام (به منظور ایجاد تنش گرمای انتهایی) به صورت طرح آگمنت در اهواز کشت و صفات زراعی ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تقریبا تمام صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش گرما نسبت به شرایط نرمال کاهش داشتند. در هر دو شرایط نرمال و تنش تعدادی نمونه‌های ژنتیکی برتر از لحاظ صفات مورد بررسی نسبت به ارقام شاهد مشاهده گردید. نمودار دو طرفه مبتنی بر مؤلفه‌های اصلی در شرایط تنش گرما نشان داد که ٦٤ نمونه ژنتیکی به همراه شاهدها در ناحیه مربوط به ویژگی‌های برتر از لحاظ وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و ارتفاع بوته واقع شدند. همچنین نمونه‌های ژنتیکی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای در پنج گروه از یکدیگر تفکیک شدند. مجموع نتایج، حاکی از تنوع بالایی در مواد ژنتیکی مورد تحقیق بود و نمونه‌های ژنتیکی برتر ازشاهدها در شرایط گرما جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی آینده، شناسایی گردید .

واژه‌های کلیدی: تنش گرما، تنوع، روش‌های آماری چند متغیره، گندم نان

مقدمه

در اقلیم‌های مدیترانه‌ای مثل خوزستان که زمستان ملایمی دارند وگندم به‌طورعمومی درپاییزکشت می‌شود، تنش گرما فقط به دوره رشد زایشی گندم محدود می‌شود. در این مناطق هر گونه تاخیر در کاشت، باعث مصادف شدن دوره پرشدن دانه با درجه حرارت‌های بالا می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است که تنش گرما در این مرحله، گسترده ترین نوع تنش گرمایی در جهان است (۲۷).

در ایران سالانه حدود ۶/۵ میلیون هکتار به زیر کشت گندم می‌رود (۲/۵ میلیون هکتارآبی و چهار میلیون هکتار دیم) که حدود ۱۰ درصد از این سطح زیر کشت (حدود ۶۵۰ هزار هکتار) در مناطق جنوبی از جمله خوزستان، با تنش گرمای انتهای فصل در طی مرحله گلدهی و دوره پر شدن دانه مواجه می‌شود که باعث کاهش پنج تا۴۰ درصدی عملکرد در این مناطق می‌شود (۱۳). در این مناطق، گندم رشد رویشی زیادی کرده و پتانسیل تولید عملکرد بالایی دارد، ولی به دلیل افزایش ناگهانی درجه حرارت درماه‌های اسفند و فروردین، گیاه در دوره مرحله گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک با تنش گرمای انتهای فصل رشد مواجه شده وعملکرد کمی وکیفی آن به مقدار زیادی کاهش می‌یابد.

شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به گرما یکی از راه‌های مبارزه با تنش گرما است و تحقیقات متعدد انجام شده در این زمینه منجر به شناسایی منابع متحمل به تنش گرما و صفات دخیل در تحمل شده است. ارشد و عبادوز (۵)، ۴۰۹۶ توده گندم کلکسیون بانک ژن گیاهی ملی ایران را برای بررسی اثر تنش گرما و بررسی صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و زراعی در دو تاریخ کاشت نیمه اول آذر (شرایط نرمال) و نیمه اول بهمن (شرایط تنش گرما) در اهواز مورد بررسی قرار دادند و ۱۰۲ نمونه متحمل به گرما را شناسایی نمودند. علیخانی و همکاران (۳)، اثرات شوک گرمای ۴۰ درجه سانتی گراد را در مراحل برجستگی دو گانه مریستم انتهایی ساقه، گرده افشانی و پرشدن دانه بر اجزای عملکرد ۵ ژنوتیپ انتخاب شده از ژرم پلاسم گندم بانک ژن گیاهی ملی ایران در شرایط کنترل شده گلخانه و اتاقک رشد بررسی کردند. نتایج نشان داد که شوک دمای ۴۰ درجه در مرحله برجستگی دو گانه باعث از بین رفتن تمام ژنوتیپ ها شد. در اثر شوک گرما ۴۰ درجه در مرحله گرده‌افشانی تعداد دانه، وزن هر دانه و وزن دانه هر سنبله با کاهش بسیار شدید همراه بود در حالیکه، شوک گرمای ۴۰ درجه در در مرحله پر شدن دانه، تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت ولی باعث کاهش بسیار شدید وزن هر دانه و وزن دانه هر سنبله شد. مشتطی و همکاران (۱۹)، به منظور ارزیابی تحمل ارقام گندم نان به تنش گرمای انتهای فصل، ۲۰ رقم گندم نان را در ملاثانی در ۴ تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱۵ آذر،۱۵ دی و ۱۵

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

بهمن) کشت نمودند. نتایج بررسی آنها نشان داد که بیشترین عملکرد در ۱۵ آذر و کمترین آن در ۱۵ بهمن بدست آمد .همچنین ایشان با محاسبه شاخص تحمل به تنش، ارقام اروند، ویریناک، چمران و بیات را به عنوان ارقام متحمل و ارقام روشن، هامون، فلات، استار، اینیا۶۶ و داراب۲ را به عنوان ارقام حساس به تنش دسته‌بندی نمود. موسوی و همکاران (۲۰)، اثر تاریخ کاشت و تنش گرمای انتهای فصل را بر صفات فنولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ۳۰ ژنوتیپ گندم در شرایط آب و هوایی اهواز مورد مطالعه قرار دادند. آنها نشان دادند که تنش گرما تاثیر معنی‌داری در کاهش معنی‌دار صفات فنولوژیکی داشته و عملکرد و اجزای عملکرد را نیز کاهش داد. توده‌های بومی منابع مفیدی از تنوع ژنتیکی هستند و تنوع وسیع، این احتمال را که یک واریته بومی دارای ژن و یا ترکیب ژنتیکی مورد توجه به‌نژادگر باشد را بیشتر می‌کند. با توجه به شدت فرسایش ژنتیکی که موجب نابودی توده‌های بومی می‌شود، امروزه از طریق بانک‌های ژن برای اکثر گیاهان اقدام به جمع‌آوری ژرم پلاسم می‌کنند. کاربرد موفق هر برنامه اصلاحی در مقیاس وسیع برای حفظ ژن ها بستگی به بررسی و تهیه مستندات از تنوع بین و داخل جمعیت دارد (۱۲). غربال توده‌های گندم بانک ژن برای تحمل به گرما و به دنبال آن شناسایی توده‌ای متحمل که بتوان در آینده از آنها در برنامه های به نژادی برای تحمل به گرما استفاده نمود، می تواند راه حل مناسبی برای این مشکل باشد. با توجه به اهمیت ذخایر ژنتیکی به عنوان منابع ارزشمند تحمل به تنش‌های محیطی، این تحقیق به منظور شناسایی ژرم‌پلاسم دارای صفات مطلوب در شرایط تنش گرما انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تحمل توده‌های گندم بانک ژن گیاهی ملی ایران نسبت به تنش گرما، در سال زراعی ۹۴-۹۳، ۲۰۳ نمونه ژنتیکی گندم نان به همراه ۳ رقم شاهد (چمران- چمران ۲-افلاک) در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اهواز (در شرایط نرمال و تنش گرما) به صورت طرح آگمنت کشت شد. کشت در دو تاریخ اوایل آذر ماه (تاریخ کاشت مناسب به عنوان شرایط مناسب محیطی با دمای متوسط حداکثر ۲۵/۳ در زمان گرده‌افشانی و دمای متوسط حداکثر ۲۷/۵ در طول دوره پر شدن دانه برای ژنوتیپ‌های تحت بررسی) و نیمه دوم دی ماه (دیرکاشت به منظور ایجاد تنش گرما در مراحل مختلف رشد و نمو، بالاخص مراحل ظهور سنبلچه، گرده افشانی و طول دوره پر شدن دانه، با دمای متوسط حداکثر ۳۲/۴ در مرحله گرده‌افشانی و دمای متوسط حداکثر ۳۳/۵ در دوره پر شدن دانه برای ژنوتیپ‌های تحت بررسی) انجام شد. هر نمونه گندم در یک خط ۲/۵ متری (۱۰۰ بوته بر روی یک خط) به فاصله ۵۰ سانتی متر نسبت به یکدیگر کشت گردید. آبیاری به روش کرتی انجام شد. صفات طول سنبله، وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبله، تعداد روز تا ظهور سنبله، طول دوره پر شدن دانه، وزن دانه پنج سنبله و زمان رسیدن کامل طبق دستورالعمل IPGRI[1] (موسسه بین المللی ذخایر توارثی گیاهی) مورد ارزیابی قرار گرفت. در تاریخ کاشت مطلوب، رسیدگی فیزیولوژیک نمونه‌های ژنتیکی تحت بررسی و به دنبال آن برداشت آنها در اواخر دهه دوم فروردین و در تاریخ کاشت دیرهنگام در اوایل دهه دوم اردیبهشت ماه انجام شد. رسیدگی فیزیولوژیک آماره‌های توصیفی برای صفات مورد ارزیابی محاسبه گردید. ضرایب همبستگی برای پی بردن به ارتباط صفات برآورد گردید. ارتباط ابعاد داده‌ها با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی کاهش داده شد و نمونه‌های ژنتیکی در چهار ناحیه نمودار دو طرفه مبتنی بر مؤلفه‌های اصلی از یکدیگر تفکیک شدند. از تجزیه خوشه‌ای به روش K means برای گروه‌بندی نمونه‌های ژنتیکی مورد بررسی استفاده شد. بدین منظور برای تعیین تعداد گروه‌ها (K)، بیشترین تعداد صفات معنی دار بین گروه‌ها به عنوان معیار قرار گرفت. از تجزیه تابع تشخصی مبتنی بر مؤلفه‌های اصلی (۱۴) برای بررسی و تأیید تفاوت معنی‌دار بین گروه‌های تشکیل شده در تجزیه خوشه‌ای استفاده شد. فواصل ژنتیکی درون گروهی در هر یک از گروه‌های مذکور محاسبه و ترسیم گردید و تفکیک و تمایز درون گروهی با استفاده از تجزیه مقیاس‌بندی چند بعدی و رسم نمودار، مورد بررسی قرار گرفت. محاسبات آماری و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار R انجام گرفت.

نتایج و بحث

براساس آماره‌های توصیفی، بیشترین مقدار ضریب تغییرات در شرایط نرمال به ارتفاع بوته (۲۳/۶۷ درصد) و وزن دانه پنج سنبله (۲۱/۱۴ درصد) و کمترین مقدار آن به روز تا رسیدگی کامل (۶/۳۴ درصد) تعلق داشت. در شرایط تنش گرما نیز صفات وزن دانه پنج سنبله (۲۷/۰۲ درصد) و ارتفاع بوته (۲۴/۴۱ درصد) دارای بیشترین و صفت روز تا رسیدگی کامل (۶/۲۰ درصد) دارای کمترین مقدار ضریب تغییرات بودند. مقادیر تمام صفات (بجز تعداد گلچه در سنبلچه با تفاوت جزئی) در شرایط تنش نسبت به شرایط نرمال کاهش نشان داد. بیشترین کاهش میانگین در شرایط تنش گرما به صفات روز تا پرشدن دانه (۳۱ درصد) و وزن دانه پنج سنبله (۲۵ درصد) و کمترین مقدار کاهش، به تعداد سنبلچه در سنبله (۵ درصد) اختصاص داشت.

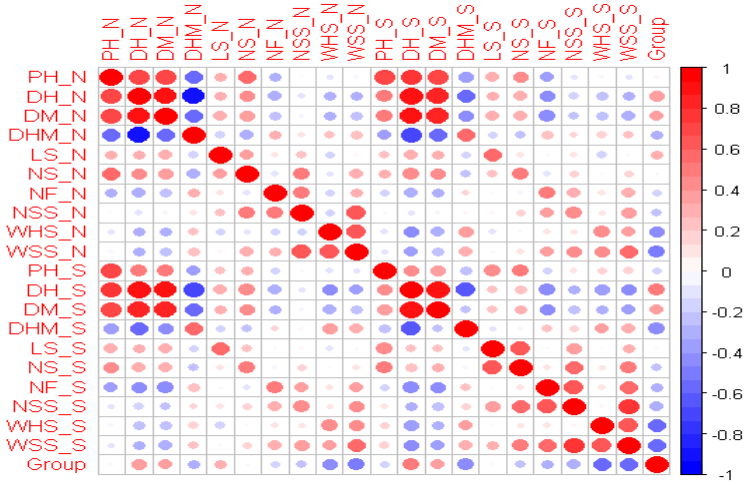
نتایج تجزیه همبستگی صفات در شرایط نرمال نشان داد که وزن دانه پنج سنبله با صفات روز تا پرشدن دانه ($r=۰/۲۴۸^{**}$)، تعداد سنبلچه در سنبله ($r=۰/۳۰۹^{**}$)، تعداد گلچه در سنبلچه ($r=۰/۲۶۷^{**}$)، تعداد دانه در سنبله ($r=۰/۶۳۸^{**}$) و وزن صد دانه ($r=۰/۶۳۱^{**}$) دارای همبستگی مثبت معنی‌دار، با صفات روز تا ظهور سنبله ($r= -۰/۲۸۹^{**}$) و روز تا رسیدگی کامل ($r= -۰/۲۶۲^{**}$) دارای همبستگی منفی معنی‌دار و با صفات ارتفاع بوته و طول سنبله، فاقد همبستگی معنی‌دار بود. در شرایط تنش گرما، وزن دانه پنج سنبله با صفات ارتفاع بوته ($r= ۰/۱۹۲^{**}$)، روز تا پرشدن دانه ($r= ۰/۳۲۶^{**}$)، طول سنبله ($r= ۰/۲۸۷^{**}$)،

1- The International Plant Genetic Resources Institute

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

تعداد سنبلچه در سنبله (r= ۰/۴۹۴**)، تعداد گلچه در سنبلچه (r= ۰/۵۶۰**)، تعداد دانه در سنبله (r= ۰/۷۶۸**) و وزن صد دانه (r= ۰/۶۵۶**) دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفات روز تا ظهور سنبله (r=-۰/۴۲۶**) و روز تا رسیدگی کامل (r=-۰/۳۴۷**) دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود. (شکل ۱). تحت شرایط تنش، صفات تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه، بالاترین همبستگی مثبت با وزن دانه پنج سنبله را داشتند. طهماسبی و همکاران (۲۶) نیز گزارش نمودند که عملکرد دانه تحت شرایط تنش گرما با صفات وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفات روز تا ظهور خوشه و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک همبستگی منفی معنی‌دار داشت. برای بهبود صفت پیچیده‌ای مانند عملکرد که وراثت‌پذیری پایینی دارد، از انتخاب غیر مستقیم توسط سایر صفات دیگر استفاده‌می‌شود (۴). آنها وزن هزار دانه را به علت همبستگی خیلی بالا با عملکرد تحت شرایط تنش گرما، به عنوان معیار انتخاب در برنامه‌های اصلاحی مرتبط با تنش گرما معرفی نمودند (۲۶).

بررسی همبستگی دو به‌دوی صفات ارزیابی شده در شرایط نرمال و تنش با یکدیگر، حاکی از ارتباط نسبی بین آنها بود بطوری که صفات ارتفاع بوته، روز تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی کامل، روز تا پرشدن دانه، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله،تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله، وزن صد دانه و وزن دانه پنج سنبله به ترتیب با ضرایب r= ۰/۶۹۷**، r= ۰/۹۰۰**، r= ۰/۸۵۷**، r= ۰/۵۸۵**، r= ۰/۵۸۸**، r= ۰/۴۶۷**، r= ۰/۴۷۲**، r= ۰/۴۴۳**، r= ۰/۴۶۸** و r= ۰/۵۸۷** بین شرایط نرمال و تنش همبستگی معنی‌دار نشان دادند (شکل ۱).



شکل ۱- نمایش گرافیکی ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در ارزیابی تحمل ژرم‌پلاسم گندم نان به تنش گرما در اهواز (حروف اختصاری N و S بترتیب به شرایط نرمال و تنش اشاره دارند)PH: ارتفاع بوته، DH: روز تا ظهور سنبله، DM: روز تا رسیدگی کامل، DHM: روز تا پرشدن دانه، LS: طول سنبله، NS: تعداد سنبلچه در سنبله، NF: تعداد گلچه در سنبلچه، NSS: تعداد دانه در سنبله، WHS: وزن صد دانه، WSS: وزن دانه پنج سنبله

Figure 1. Graphical presentation of coefficients of correlation between the studied traits in the heat tolerance evaluation of bread wheat germplasm to heat stress in Ahvaz (N and S stands for Normal and Stress condition, respectively). PH: Plant Height, DH: Days to heading, DM: Days to full maturity, DHM: Days of grain filling, LS: Spike length, NS: Number of spikelets per spike, NF: Number of florlets per spikelet, NSS: Number of grains per spike, WHS: 100 Grain weight, WSS: Grain weight of five spikes

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط نرمال نشان داد که سه مؤلفه اصلی اول با مقدار ویژه بزرگتر از یک ۷۵/۷۵ درصد از تغییرات را در برداشتند (جدول ۱). در مؤلفه اصلی اول صفات روز تا ظهور سنبله و روز تا رسیدگی کامل دارای بزرگترین ضریب مثبت بود و صفت روز تا پرشدن دانه بیشترین تأثیر منفی را داشت. براین اساس مقادیر بزرگتر در مؤلفه اصلی اول نمونه‌های ژنتیکی دیرگل‌ده و دیررس با طول دوره پرشدن دانه‌ی کوتاه‌تر و مقادیر کمتر آن، ژرم‌پلاسم زودرس و زودگل‌ده با طول دوره پرشدن دانه بیشتر را متمایز می‌نماید. نمونه‌های ژنتیکی KC 12444، KC 12438 و KC 12846 دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی KC 12798، KC 12789 و KC 12688 دارای کمترین مقدار برای مؤلفه اصلی اول بودند. در مؤلفه اصلی دوم صفات تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله دارای بیشترین تأثیر منفی بود و سایر صفات از ضریب بزرگی برخوردار نبودند. لذا کمترین مقدار در این مؤلفه اصلی بیانگر نمونه‌های ژنتیکی با بیشترین تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله می‌باشد. نمونه‌های ژنتیکی KC 12811 و KC 12853 دارای کمترین مقدار برای مؤلفه اصلی دوم بودند. در مؤلفه اصلی سوم صفت تعداد گلچه در سنبلچه دارای

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

بزرگترین ضریب مثبت بود و صفت وزن صد دانه بیشترین تأثیر منفی را داشت. لذا با انتخاب کوچکترین مقادیر در این مؤلفه اصلی، نمونه‌های ژنتیکی دارای وزن صد دانه بیشتر و تعداد گلچه در سنبلچه کمتر، متمایز می‌شوند. نمونه‌های ژنتیکی KC 12660 و KC 12662 واجد کمترین مقدار برای مؤلفه اصلی سوم بودند (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر و بردارهای ویژه در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای صفات مورد مطالعه در ژرم‌پلاسم گندم نان در شرایط نرمال و تنش گرما
Table 1. Eigen values and vectors in the principal component analysis of the studied traits in bread wheat germplasm under normal and heat stressed conditions

صفت	مولفه اصلی (نرمال)			مولفه اصلی (تنش)		
	۱	۲	۳	۱	۲	۳
ارتفاع گیاه	۰/۴۲	-۰/۱۲	-۰/۱۹	-۰/۰۸	-۰/۴۳	-۰/۳۲
روز تا ظهور خوشه	۰/۴۹	۰/۰۲	-۰/۰۳	-۰/۴۲	-۰/۳	۰/۰۵
روز تا رسیدگی	۰/۴۵	۰	۰/۰۱	-۰/۳۶	-۰/۲۹	-۰/۱
روز تا پرشدن دانه	-۰/۴۲	-۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۲۹	۰/۱۵	-۰/۲۹
طول خوشه	۰/۲۰	-۰/۲۷	۰/۲	۰/۰۵	-۰/۴۵	۰/۰۳
تعداد سنبلچه در سنبله	۰/۲۷	-۰/۴۲	-۰/۱۱	۰/۱۱	-۰/۵۱	۰/۰۵
تعداد گلچه د سنبلچه	-۰/۱۹	-۰/۳۱	۰/۴۶	۰/۳۸	-۰/۰۲	۰/۴۱
تعداد دانه در خوشه	-۰/۰۴	-۰/۵۹	۰/۲۳	۰/۳۷	-۰/۳	۰/۳۷
وزن صد دانه	-۰/۱۹	-۰/۰۹	-۰/۷۱	۰/۲۹	-۰/۰۳	-۰/۶۹
وزن دانه ۵ خوشه	-۰/۱۷	-۰/۵۳	-۰/۳۸	۰/۴۶	-۰/۲۴	-۰/۱۴
مقادیر ویژه	۱/۹۶	۱/۵۱	۱/۲۱	۱/۸۷	۱/۶۹	۱/۱۱
نسبت واریانس	۳۸/۲۷	۲۲/۸۲	۱۴/۶۵	۳۵/۱۱	۲۸/۴۷	۱۲/۲۷
نسبت تجمعی	۳۸/۲۷	۶۱/۱۰	۷۵/۷۵	۳۵/۱۱	۶۳/۵۸	۷۵/۸۵

به منظور تمایز ژرم‌پلاسم مورد بررسی براساس معیارهای چندگانه، بای‌پلات مؤلفه‌های اصلی ترسیم شد (شکل ۲a). ناحیه سمت راست بالا در این نمودار به مقادیر مثبت از هر دو مؤلفه‌های اصلی اختصاص دارد و براساس ضرایب این مؤلفه‌های اصلی نمونه‌های ژنتیکی دیرگل‌ده و دیررس با طول دوره پرشدن دانه‌ی کوتاه‌تر و تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله کمتر در این ناحیه قرار می‌گیرند. براساس این خصوصیات می‌توان نتیجه گرفت که این ناحیه به نمونه‌های ژنتیکی با پتانسیل تولید پایین اختصاص دارد. تعداد ۲۷ نمونه ژنتیکی از ژرم‌پلاسم مورد بررسی در این ناحیه قرار گرفتند. ناحیه بالا و سمت چپ نمودار به مقادیر منفی مؤلفه اصلی اول و مقادیر مثبت مؤلفه اصلی دوم اختصاص دارد و براین اساس، متمایز کننده‌ی ژرم‌پلاسم زودرس و زودگل‌ده با تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله کمتر می‌باشد. رقم شاهد چمران به همراه ۷۳ نمونه ژنتیکی در این ناحیه واقع شدند. در ناحیه سمت چپ و پایین نمودار نمونه‌های ژنتیکی با مقادیر منفی از لحاظ هر دو مؤلفه اصلی قرار می‌گیرند و براساس ضرایب این نمونه‌ها واجد ویژگی تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله و طول دوره پرشدن دانه بیشتر می‌باشند. ارقام شاهد چمران۲ و افلاک به همراه ۶۳ نمونه ژنتیکی در این ناحیه قرار گرفتند. با توجه به ویژگی‌های این گروه می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های ژنتیکی واقع در این ناحیه، پرپتانسیل‌ترین ژرم‌پلاسم از بین مواد ژنتیکی مورد بررسی می‌باشد. ناحیه سمت راست پایین نمودار، به ترتیب به مقادیر مثبت و منفی برای مؤلفه اصلی اول و دوم مربوط است و نمونه‌های ژنتیکی دیررس و دیرگل‌ده با تعداد دانه در سنبله و وزن دانه پنج سنبله بیشتر را متمایز می‌نماید و تعداد ۴۰ نمونه ژنتیکی در این ناحیه قرار گرفتند. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط تنش گرما نشان داد که سه مؤلفه اصلی اول با مقدار ویژه بزرگتر از یک، ۷۵/۸۵ درصد از واریانس داده‌ها را شامل شدند (جدول ۱). در مؤلفه اصلی اول صفات وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله دارای بزرگترین ضریب مثبت بودند و صفات روز تا ظهور سنبله و روز تا رسیدگی کامل بیشترین تأثیر منفی را داشتند. لذا مقادیر بزرگتر در مؤلفه اصلی اول نمونه‌های ژنتیکی دارای مقادیر بزرگتر اجزای عملکرد دانه و در عین حال با ویژگی زودگلدهی و زودرسی را مشخص می‌نماید. نمونه‌های ژنتیکی KC 12690، KC 12760 و KC 12778 دارای بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی KC 12652، KC 12444 و KC 12677 دارای کمترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی اول بودند. صفات تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و ارتفاع بوته بیشترین تأثیر منفی را در مؤلفه اصلی دوم داشتند و لذا نمونه‌های ژنتیکی با کمترین مقدار برای این مؤلفه اصلی از لحاظ صفات مذکور برتر می‌باشند.نمونه‌های ژنتیکی KC 12783، KC 12800 و KC 12798 بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی KC 12818، KC 12644، KC 12822، KC 12438 و KC 12827 کمترین مقدار عددی را برای مؤلفه اصلی دوم داشتند. بزرگترین ضریب مثبت در مؤلفه اصلی سوم به صفت تعداد گلچه در سنبلچه متعلق بود و صفت وزن صد دانه بیشترین تأثیر منفی را داشت. براین اساس مقادیر عددی کوچکتر از لحاظ این مؤلفه اصلی، نمونه‌های ژنتیکی با وزن صد دانه بیشتر و تعداد گلچه در سنبلچه کمتر را مجزا می‌نماید. نمونه‌های ژنتیکی KC 12652، KC 12801 و KC 12817 واجد بیشترین و نمونه‌های ژنتیکی KC 12637، KC 12748، KC 12697 و KC 12827 دارای کمترین مقدار عددی برای مؤلفه اصلی سوم بودند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

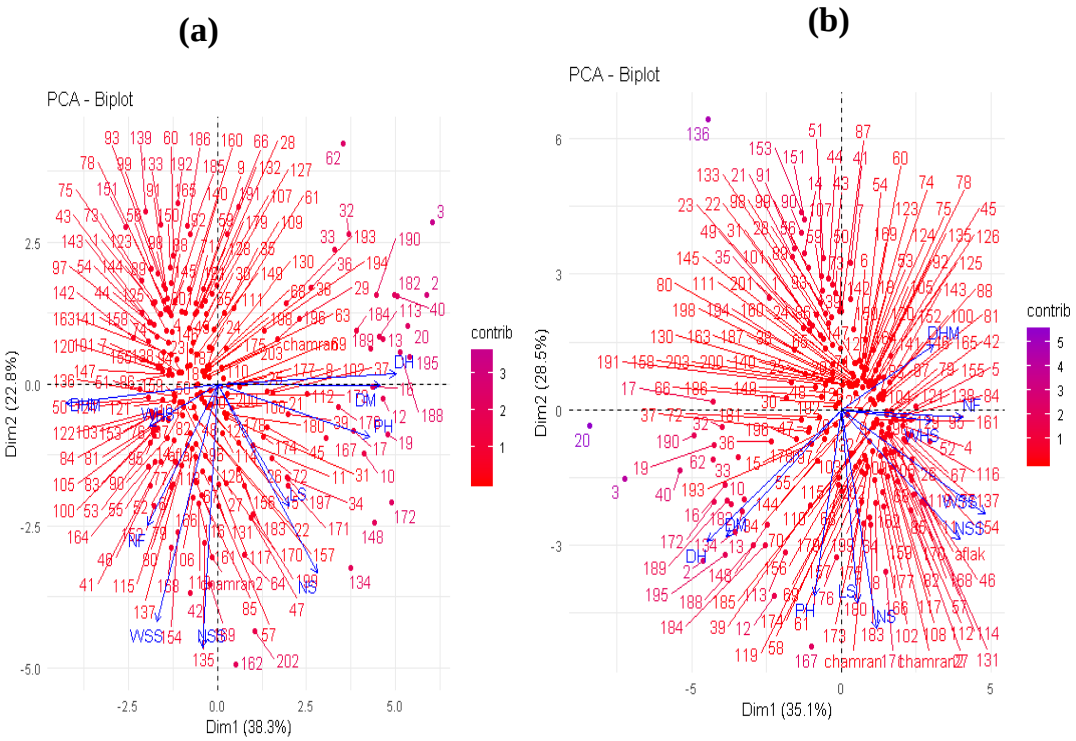
با استفاده از ترسیم بای‌پلات مبتنی بر دو مؤلفه اصلی اول، تفکیک و تمایز نمونه‌های ژنتیکی براساس واکنش در شرایط تنش گرما نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل 2b). براساس ضرایب صفات در این دو مؤلفه اصلی، نمونه‌های ژنتیکی با مقادیر مثبت از لحاظ هر دو مؤلفه اصلی و دارای صفات وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله بیشتر و تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و ارتفاع بوته کمتر در ناحیه بالا و سمت راست نمودار واقع می‌شوند. تعداد ۵۵ نمونه ژنتیکی در این ناحیه قرار گرفتند. ناحیه بالا و سمت چپ نمودار به نمونه‌های ژنتیکی دیررس و دیرگل‌ده با وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و ارتفاع بوته کمتر، مربوط است. براساس این ویژگی‌ها می‌توان نتیجه گرفت که این ناحیه مختص ژرم‌پلاسم حساس به تنش گرما می‌باشد. تعداد ۴۶ نمونه ژنتیکی در این ناحیه واقع شدند. در ناحیه سمت چپ پایین نمودار، نمونه‌های ژنتیکی با مقادیر منفی از لحاظ هر دو مؤلفه اصلی قرار می‌گیرند که با توجه به ضرایب مؤلفه‌های اصلی مذکور، دارای ویژگی وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله کمتر و تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و ارتفاع بوته بیشتر می‌باشند. تعداد ۳۸ نمونه ژنتیکی در این ناحیه قرار گرفتند. در ناحیه سمت راست و پایین نمودار، نمونه‌های ژنتیکی با مقدار مثبت و منفی به ترتیب برای مؤلفه اصلی اول و دوم با ویژگی وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، طول سنبله و ارتفاع بوته بیشتر قرار می‌گیرند. براساس این خصوصیات می‌توان نتیجه گرفت این ناحیه متعلق به ژرم‌پلاسم متحمل به تنش گرما است. ارقام شاهد افلاک، چمران و چمران۲ به همراه ۶۴ نمونه ژنتیکی در این ناحیه واقع شدند.

مواد ژنتیکی مورد بررسی با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش K means و براساس ارزیابی در شرایط نرمال و تنش گرما در پنج گروه تفکیک شدند (جدول ۲). تعداد ۳۴ نمونه ژنتیکی در گروه اول قرار گرفتند. این گروه دارای بیشترین میانگین وزن دانه پنج سنبله و وزن صد دانه در شرایط نرمال و تنش، بیشترین میانگین تعداد سنبلچه درسنبله در شرایط تنش و بیشترین میانگین طول سنبله در شرایط نرمال بود. گروه دوم ۸۱ نمونه ژنتیکی و ارقام شاهد چمران، چمران۲ و افلاک را شامل شد. این گروه دارای بیشترین میانگین تعداد دانه درسنبله و تعداد گلچه درسنبلچه در شرایط نرمال و تنش و بیشترین میانگین روز تا پرشدن دانه در شرایط تنش بود. گروه سوم ۶۲ نمونه ژنتیکی را در برداشت. این گروه دارای کوچکترین میانگین ارتفاع بوته، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی کامل و تعداد سنبلچه درسنبله در شرایط نرمال و تنش، بزرگترین میانگین روز تا پرشدن دانه در شرایط نرمال و کوچکترین میانگین طول سنبله در شرایط تنش بود. گروه چهارم مشتمل بر ۲۲ نمونه ژنتیکی و دارای بزرگترین میانگین ارتفاع بوته در شرایط نرمال و تنش و بزرگترین میانگین طول سنبله در شرایط تنش بود. گروه پنجم متشکل از چهار نمونه ژنتیکی شامل KC 12438، KC 12444، KC 12651 و KC 12652 با بیشترین میانگین روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی کامل در شرایط نرمال و تنش، کمترین میانگین روز تا پرشدن دانه، تعداد گلچه درسنبلچه، تعداد دانه درسنبله، وزن صد دانه و وزن دانه پنج سنبله در شرایط نرمال و تنش و بیشترین میانگین طول سنبله و تعداد سنبلچه درسنبله در شرایط نرمال بود.

نتایج تجزیه تشخیصی مبتنی بر مؤلفه‌های اصلی به منظور بررسی اعتبار تجزیه خوشه‌ای K means، نشان داد که گروه‌های حاصله بخوبی از یکدیگر تفکیک شدند (شکل ۳) و با توجه به پراکنش گروه‌ها در طول محور افقی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که نقش تابع اول در تمایز گروه‌ها دارای اهمیت بیشتری بود. به منظور انجام تفکیک در ژرم‌پلاسم مورد بررسی، ارتباط نمونه‌های ژنتیکی در زیر گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای K means (شامل گروه‌های با اهمیت اول و دوم)، با استفاده از مقیاس‌بندی چندبعدی، تحلیل شد (شکل ۴). همانطور که در این دو نمودار مشخص است دوایر متحدالمرکز تفکیک و تمایز خوبی در ژرم‌پلاسم مورد بررسی ایجاد کرده است. در نمودار مربوط به گروه اول، نمونه‌های ژنتیکی (KC 12765) 119، (KC 12842) 191، (KC 12670) 34 و (KC 12848) 197 در دورترین فاصله از مرکز نمودار واقع شدند و نمونه‌های ژنتیکی (KC 12702) 63، (KC 12695) 57 و (KC 12828) 177 نزدیکترین فاصله را به مرکز داشتند. نمونه‌های ژنتیکی (KC 12765) 119 و (KC 12842) 191 واقع بر بیرونی‌ترین دایره را می‌توان به عنوان متمایزترین نمونه‌ها شناسایی نمود. نمونه‌های ژنتیکی (KC 12822) 171، (KC 12811) 162، (KC 12825) 174، (KC 12670) 34 و (KC 12848) 197 روی محیط دایره دوم به عنوان یک گروه و نمونه‌های ژنتیکی (KC 12832) 181،(KC 12843) 192، (KC 12826) 175، (KC 12777) 130 و (KC 12830) 179 در سمت دیگر این دایره، و سایر نمونه‌های ژنتیکی داخل دایره مرکزی، به عنوان گروه‌های دیگری قابل شناسایی می‌باشند.

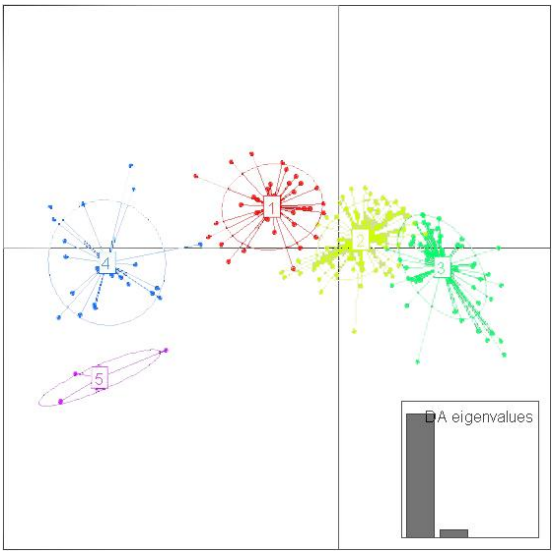
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]



شکل ۲- توزیع ژرم‌پلاسم گندم نان در نمودار دو مؤلفه اصلی اول مبتنی بر صفات ارزیابی شده در شرایط نرمال (بدون تنش گرما) (a) و در شرایط تنش گرما (b).PH: ارتفاع بوته، DH: روز تا ظهور سنبله، DM: روز تا رسیدگی کامل، DHM: روز تا پرشدن دانه، LS: طول سنبله، NS: تعداد سنبلچه در سنبله، NF: تعداد گلچه در سنبلچه، NSS: تعداد دانه در سنبله، WHS: وزن صد دانه، WSS: وزن دانه پنج سنبله

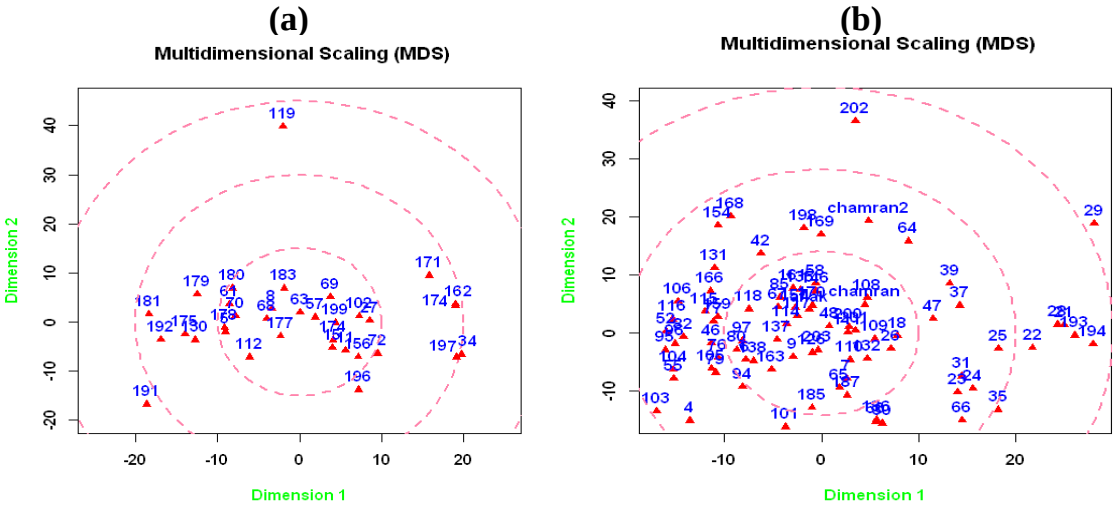
Figure 2. Distribution of bread wheat germplasm in the biplot of the first two principal components of traits evaluated under normal condition (without heat stress) in Ahvaz. PH: Plant Height, DH: Days to heading, DM: Days to full maturity, DHM: Days of grain filling, LS: Spike length, NS: Number of spikelets per spike, NF: Number of florlets per spikelet, NSS: Number of grains per spike, WHS: 100 Grain weight , WSS: Grain weight of five spikes



شکل ۳- تفکیک گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای K means با استفاده از توابع تشخیصی مبتنی بر مؤلفه‌های اصلی در ارزیابی تحمل ژرم‌پلاسم گندم نان به تنش گرما در اهواز

Figure 3. Distinction of the groups developed through K means clustering by Discriminant functions based on principal components in the tolerance evaluation of bread wheat germplasm to heat stress in Ahvaz

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]



شکل ۴- تفکیک نمونه‌های ژنتیکی گروه اول (a) و گروه دوم (b) در تجزیه خوشه‌ای K means با استفاده از تجزیه مقیاس‌بندی چند بعدی در ارزیابی تحمل ژرم‌پلاسم گندم نان به تنش گرما در اهواز

Figure 4. Distinction of the first group (a) and the second group (b) in K means clustering by Multi-dimensional scaling in tolerance evaluation of bread wheat germplasm to heat stress in Ahvaz

در نمودار مربوط به گروه دوم، نمونه‌های ژنتیکی (KC 12663) 29، (KC 12853) 202، (KC 12845) 194 و 193 (KC 12844) در دورترین فاصله از مرکز نمودار واقع شدند و نمونه‌های ژنتیکی (KC 12685) 48، (KC 12757) 111 از بین سه رقم شاهد، چمران۲ از دورترین فاصله و افلاک از نزدیکترین فاصله به مرکز نمودار برخوردار بودند. همچنین نمونه‌های ژنتیکی (KC 12703) 64، (KC 12820) 169 و (KC 12849) 198 نزدیکترین و (KC 12697) 59، 103 (KC 12749) و (KC 12636) 4 دورترین فاصله را با رقم چمران۲، نمونه‌های ژنتیکی (KC 12754) 108، (KC 12851) 200 و (KC 12852) 201 نزدیکترین و (KC 12853) 202، (KC 12697) 59 و (KC 12749) 103 دورترین فاصله را با رقم چمران و نمونه‌های ژنتیکی (KC 12821) 170، (KC 12806) 157 و (KC 12763) 117 نزدیکترین و (KC 12663) 29، (KC 12853) 202 و (KC 12845) 194 دورترین فاصله را با رقم افلاک داشتند.

نتایج این تحقیق در مجموع نشان‌دهنده تاثیر تنش گرما بر ویژگی‌های رشدی و عملکردی گندم بود بطوری که اکثر صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش گرما کاهش نشان دادند. این تأثیر در مطالعات پیشین نیز گزارش شده است (۷، ۲۲). شروع تنش گرما باعث می‌شود که گندم رشد رویشی خود را متوقف و به فاز زایشی و تولید سنبله وارد گردد. در واقع با شروع تنش گرما تبدیل مرحله رویشی به زایشی تسریع می‌گردد که به کاهش ارتفاع گیاه تحت تنش گرما منجر می‌شود. همچنین در مطالعات پیشین، کاهش تعداد روز از کاشت تا خوشه‌دهی و تعداد روز از کاشت تا رسیدگی در کشت تاخیری به دلیل وقوع تنش گرمای انتهای فصل و کاهش در دوره رشد و نمو گندم گزارش شده است. به علاوه، ذکر شده است که ژنوتیپ‌های دیررس به دلیل برخورد مرحله گلدهی با دمای بالاتر محیطی، از حساسیت بیشتری به گرما برخوردارند (۲۵،۱۵) کاهش طول سنبله ناشی از مصادف شدن دوره رشدی با گرمای انتهای فصل در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است (۱،۱۷). کاهش طول خوشه ناشی از تنش گرما به علت حساسیت زیاد گندم به دمای بالا می‌باشد. افزایش دما سبب می شود که گندم دوره رشدی خود را با سرعت بیشتری طی نموده و به فاز زایشی وارد گردد، لذا دوره کوتاه‌تری را برای افزایش طول سنبله و تولید سنبلچه در اختیار خواهد داشت که منجر به کاهش طول سنبله می‌گردد (۱۱). کاهش تعداد سنبلچه در سنبله در مطالعات قبلی نیز گزارش شده است که در واقع تنش گرمای انتهای فصل با کاهش دوره رشد رویشی سنبله باعث کاهش تعداد سنبلچه در سنبله می‌گردد (۱،۸). تعداد دانه در سنبله که یکی از پارامترهای مهم در ارتباط با عملکرد می‌باشد نیز در این مطالعه و مطالعات پیشین تحت تنش گرمای انتهایی کاهش نشان می‌دهد (۲۲،۱۷،۱۶). در شرایط تنش گرما، طول دوره نمو سنبله به علت مصادف شدن این دوره با درجه حرارت بالاتر از آستانه تحمل گیاه، به طور معنی‌داری کوتاه‌تر شده و منجر به کاهش تعداد سنبلچه بارور در سنبله می‌شود، به علاوه، تنش گرما با ایجاد اختلال در فرایند گرده افشانی به دلیل کاهش دوام و قدرت جوانه‌زنی دانه گرده باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود (۲۷،۹). میانگین وزن صد دانه که یکی از مهمترین عوامل تعیین کننده عملکرد نهایی است، کاهش شدیدی در این مطالعه نشان می‌دهد، به طوری که در گندم نان و گندم دوروم شدت تنش بالایی برای این صفت مشاهده می‌شود. کاهش معنی‌دار میانگین وزن صد دانه در مطالعات پیشین نیز تحت تنش گرمای انتهایی گزارش شده است (۲،۱۷،۱۶). در حقیقت، تسریع رسیدگی گیاه تحت تنش گرمای انتهای فصل منجر به کاهش طول دوره پر شدن دانه و تولید دانه‌های کوچکتر می‌گردد (۲۳).

پتانسیل ذخایر ژرم‌پلاسم به عنوان منابع متحمل به گرما توسط محققان دیگر نیز مورد بررسی قرار گرفته است. ارشد و همکاران (۶) نمونه‌های متحمل به تنش گرما را در گونه‌های

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

خویشاوند گندم شامل دوروم، تورجیدوم، کامپکتوم و دیکوکوم مورد شناسایی قرار دادند. علیخانی و همکاران (۳) ضمن شناسایی نمونه‌های متحمل به گرما در ذخایر ژرم‌پلاسم تأکید داشتند که برای اصلاح تحمل به گرما در گندم لازم است علاوه بر ارزیابی و انتخاب در برابر تنش در مرحله پر شدن دانه، به تنوع ژنتیکی گندم های ایرانی در واکنش به تنش گرما در مرحله گرده افشانی نیز توجه شود.

در تحقیق حاضر وزن دانه پنج سنبله در هر دو شرایط نرمال و تنش گرما با صفات فنولوژیک شامل روز تا ظهور سنبله و روز تا رسیدگی کامل دارای همبستگی منفی و با صفت روز تا پر شدن دانه دارای همبستگی مثبت بود. وزن دانه پنج سنبله در شرایط نرمال با ارتفاع بوته همبستگی معنی‌داری نشان نداد ولی در شرایط تنش گرما دارای همبستگی معنی‌دار ضعیفی بود. همچنین وزن دانه پنج سنبله در شرایط تنش همبستگی نسبتاً قوی‌تری با اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش شامل تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه، تعداد دانه در سنبله و وزن صد دانه نسبت به شرایط نرمال نشان داد. پالیوال و همکاران (۲۱) نیز گزارش نمودند که عملکرد با صفات روز تا پر شدن دانه و وزن صد دانه دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت روز تا ظهور سنبله دارای همستگی منفی معنی‌دار تحت تنش گرمای انتهایی در گندم نان بود. همچنین، البلسیونی (۱۰) در بررسی ژنوتیپ‌های گندم نان تحت تنش گرمای انتهایی، وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین عملکرد دانه و صفات ارتفاع و طول دوره پر شدن دانه و همبستگی منفی معنی‌دار بین عملکرد دانه و تعداد روز تا ظهور سنبله را گزارش نمودند. عزیز و همکاران (۸) نیز نشان دادند که عملکرد دانه با صفات ارتفاع، وزن هزار دانه و تعداد دانه دارای همبستگی مثبت معنی‌دار و با صفت تعداد روز تا ظهور خوشه دارای همسبتگی منفی معنی‌دارتحت تنش گرمای انتهایی در گندم نان بود. نتایج تجزیه همبستگی و رگرسیون در تحقیق رضایی‌زاده و همکاران (۲۴) نشان داد که در شرایط اهواز و کرج به ترتیب صفت تعداد روز تا رسیدگی و تعداد دانه در سنبله مهم‌ترین صفات جهت غربالگری در شرایط تنش می باشند. همچنین براساس نتایج تحقیق مجتبایی زمانی و همکاران (۱۸) کاهش وزن هزار دانه در تاریخ کاشت تاخیری ناشی از کاهش دوره موثر پر شدن دانه بود و افزایش سرعت پر شدن دانه نتوانست کاهش طول دوره پر شدن دانه را جبران کند. آنها اظهار داشتند که سرعت زیادتر رشد دانه در شرایط تنش گرما طی دوره پر شدن دانه به تنهایی نمی تواند منجر به عملکرد زیادتر در یک ژنوتیپ شود و عوامل دیگری نظیر دوره پر شدن دانه و تعداد دانه در سنبله از اهمیت زیادتری برخوردارند. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که صفات تشکیل‌دهنده اجزای عملکرد، خصوصا تعداد دانه و وزن صد دانه نقش مهمی در تحمل به تنش گرما دارند. همچنین تاخیر در صفات فنولوژیکی گیاه مانند ظهور سنبله و رسیدگی، نقش منفی در تحمل به گرما داشت. استفاده از مؤلفه‌های اصلی به‌خوبی نمونه‌های مورد مطالعه را براساس صفات مختلف متمایز نمود که این نمونه‌ها برحسب ویژگی‌های برتر برای اهداف اصلاحی قابل استفاده می‌باشند.

جدول ۲- میانگین صفات گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش K means در ارزیابی تحمل ژرم‌پلاسم گندم نان به تنش گرما در اهواز

Table 2. The average of the studied traits in the groups developed by K means cluster analysis in the tolerance evaluation of bread wheat germplasm to heat stress in Ahvaz

صفت	کلاستر				
	۱	۲	۳	۴	۵
شرایط نرمال					
گیاه ارتفاع	۸۸/۳۵	۷۴/۴۲	۵۸/۱۰	۱۰۹/۷۷	۹۵/۵۰
روز تا ظهور خوشه	۸۹/۴۴	۸۳/۳۵	۷۶/۵۶	۱۱۴/۶۸	۱۲۷/۰۰
رسیدگی روز تا	۱۳۰/۲۶	۱۲۶/۸۵	۱۲۳/۰۲	۱۴۴/۲۳	۱۵۱/۷۵
روز تا پرشدن دانه	۴۰/۸۲	۴۳/۵۰	۴۶/۴۵	۲۹/۵۵	۲۴/۷۵
طول خوشه	۹/۳۸	۹/۴۳	۹/۵۳	۱۰/۶۶	۱۱/۱۴
تعداد سنبلچه در سنبله	۱۷/۸۲	۱۷/۲۰	۱۵/۸۸	۱۸/۵۸	۱۸/۸۰
تعداد گلچه د سنبلچه	۳/۱۱	۳/۳۳	۳/۲۳	۲/۹۵	۲/۷۰
تعداد دانه در خوشه	۴۴/۷۱	۴۵/۰۹	۴۱/۷۷	۴۰/۵۰	۴۰/۱۶
وزن صد دانه	۴/۰۶	۴/۰۵	۳/۷۶	۳/۲۲	۲/۵۸
وزن دانه ۵ خوشه	۹/۰۴	۹/۰۱	۷/۸۱	۶/۵۵	۵/۰۵
شرایط نرمال					
گیاه ارتفاع	۷۹/۳۵	۶۰/۰۶	۴۹/۲۲	۸۳/۳۸	۶۴/۸۸
روز تا ظهور خوشه	۸۰/۶۵	۷۸/۴۱	۷۵/۳۲	۹۷/۷۷	۱۱۰/۷۵
رسیدگی روز تا	۱۱۰/۱۵	۱۰۸/۷۵	۱۰۴/۷۷	۱۲۱/۷۷	۱۳۰/۷۵
روز تا پرشدن دانه	۲۹/۵۰	۳۰/۳۵	۲۹/۴۵	۲۴/۰۰	۲۰/۰۰
طول خوشه	۹/۳۸	۸/۹۷	۸/۵۷	۹/۸۸	۹/۵۹
تعداد سنبلچه در سنبله	۱۷/۴۶	۱۶/۵۰	۱۴/۷۹	۱۷/۴۴	۱۵/۹۵
تعداد گلچه د سنبلچه	۳/۲۴	۳/۴۲	۳/۳۱	۲/۷۳	۲/۶۵
تعداد دانه در خوشه	۴۲/۵۷	۴۲/۷۳	۳۸/۲۶	۳۵/۹۲	۲۶/۲۰
وزن صد دانه	۳/۴۵	۳/۲۴	۲/۸۹	۲/۵۹	۱/۷۶
وزن دانه ۵ خوشه	۷/۲۹	۶/۸۴	۵/۵۸	۴/۵۵	۲/۵۵

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

براین اساس، نمونه‌های ژنتیکی KC 12690، KC 12760 و KC 12778 با مقادیر برتر برای صفات وزن دانه پنج سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله و با دارا بودن خصوصیت زودرسی و زودگل‌دهی می‌توانند برای بهبود تحمل به تنش گرما در برنامه‌های اصلاحی به عنوان والد تلاقی مورد استفاده قرار گیرند. تفکیک نمونه‌ها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای، تنوع موجود در ژرم‌پلاسم مورد بررسی را بخوبی نشان دادکه حاکی از پتانسیل مناسب ژرم‌پلاسم گندم برای تحمل به شرایط گرما بود. همچنین در تجزیه‌های تشخیصی و مقیاس‌بندی چندی بعدی، نمونه‌های مورد بررسی در قالب گروهایی متفاوت و با فاصله معنی‌دار از یکدیگر تفکیک شدند که تایید کننده وجود تنوع بالا در نمونه‌های ژنتیکی مورد مطالعه می‌باشد. تنوع شناسایی شده در این تحقیق و مواد ژنتیکی متحمل برتر، ذخایر ارزشمندی را جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی آتی فراهم می‌آورد و لذا بهره‌برداری از آنها توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به دلیل تامین هزینه‌ها و امکانات لازم برای اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1. Ahamed, K.U., K. Nahar, M. Fujita and M. Hasanuzzaman. 2010. Variation in plant growth, tiller dynamics and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) due to high temperature stress. Advances in Agriculture & Botanics, 2(3): 213-224.
2. Al-Otayk, S.M. 2010. Performance of yield and stability of wheat genotypes under high stress environments of the central region of Saudi Arabia. Metrology, Environment and Arid Land Agricultural Sciences, 21: 81-92.
3. Alikhani, M., J. Mozaffari, F. Darvish and Y. Arshad. 2007. Responses of bread wheat genotypes to heat stress at different developmental stages. Iranian Journal of Field Crop Science, 9(1): 45-59 (In Persian).
4. Aminizadeh Bezenjani, S., G. Mohamadinejad and R. Abdolshahi. 2018. Application of Selection Indices for Grain Yield Improvement in Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under Drought Stress Condition. Journal of Crop Breeding, 10(27): 152-159 (In Persian).
5. Arshad, Y. and G.R. Abadouz. 2007. An investigation on effects of heat stress in wheat (final report: 86.236). Agricultural Research,Education and Extension Organization, 114 (In Persian).
6. Arshad, Y., M. Zahravi and G.R. Abadouz. 2012. Identification of heat tolerant sources in wheat relatives. Journal of Crop Production Research, 4(2): 97-108 (In Persian).
7. Ayeneh, A., M. Van Ginkel, M.P. Reynolds and K. Ammar. 2002. Comparison of leaf, spike, peduncle and canopy temperature depression in wheat under heat stress. Field Crops Research, 79(2-3): 173-184.
8. Aziz, A., T. Mahmood, Z. Mahmood., K. Shazadi, A. Mujeeb-Kazi. and A. Rasheed. 2018. Genotypic Variation and Genotype× Environment Interaction for Yield-Related Traits in Synthetic Hexaploid Wheats under a Range of Optimal and Heat-Stressed Environments. Crop Science, 58(1): 295-303.
9. Barnabás, B., K. Jäger and A. Fehér. 2008. The effect of drought and heat stress on reproductive processes in cereals. Plant, Cell & Environment, 31(1): 11-38.
10. Elbasyoni, I.S. 2018. Performance and stability of commercial wheat cultivars under terminal heat stress. Agronomy, 8(4): 37.
11. Inamullah, N.H., Z.H. Shah and F.U. Khan. 2007. An analysis of the planting dates effect on yield and yield attributes of spring wheat. Sarhad Journal of Agriculture, 23(2): 269-275.
12. Jain, SK, CO Qualset, GM Bhatt and KK.Wu. 1975. Geographical patterns of phenotypic diversity in a world collection of durum wheats. Crop Science, 15(5): 700-704.
13. Jalal Kamali, M.R. and E. Duveiller. 2008. Wheat production and research in Iran: A success story. International Symposium on Wheat Yield Potential, Challenges to International Wheat Breeding, 54-58 pp., Mexico, CIMMYT.
14. Jombart, T., S. Devillard and F. Balloux. 2010. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. BMC genetics, 11(1): 94.
15. Khan, M.I., M. Amin and S.T. Shah. 2007. Agronomic evaluation of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for terminal heat stress. Pakistan Journal of Botany, 39(7): 2415-2425.
16. Modarresi, M., V. Mohammadi, A. Zali and M. Mardi. 2010. Response of wheat yield and yield related traits to high temperature. Cereal Research Communications, 38(1): 23-31.
17. Modhej, A., A. Naderi, Y. Emam, A. Aynehband and Gh. Normohamadi. 2012. Effects of post-anthesis heat stress and nitrogen levels on grain yield in wheat (*T.durum* and *T. aestivum*) cultivars. International Journal of Plant Production, 2(3): 254-267.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]
[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

18. Mojtabaee Zamani, M., M. Mabipour and M. Mesgarbashi. 2015. Evaluating reaction of bread wheat genotypes to heat stress during grain filling stage in Ahwaz. Journal of Plant Productions, 37: 119-130.
19. Moshatati, A, S.A. Siadat, Kh. Alami-Saied, A.M. Bakhshandeh and M.R. Jalal Kamali. 2012. Effect of terminal heat stress on yield and yield components of spring bread wheat in Ahwaz. Journal of Crop Production, 3(4): 195-203 (In Persian).
20. Mousavi, F., M. Siahpoosh and K. Sorkheh. 2019. Influence of sowing date and terminal heat stress on phonological features and yield components of bread wheat genotypes. Journal of Plant Production, 10.22055/PPD.2019.28957.1744 (In Persian).
21. Paliwal, R., M.S. Röder, U. Kumar, J.P. Srivastava and A.K. Joshi. 2012. QTL mapping of terminal heat tolerance in hexaploid wheat (*T. aestivum* L.). Theoretical and Applied Genetics, 125(3): 561-575.
22. Radmehr, M., Gh.A. Ayeneh and A.R. Kajbaf. 1997. Study of on the effect of heat stress on agronomic traits, grain yield and yield components in twenty five cultivars of bread wheat. Seed and Plant Production, 12: 13-23 (In Persian).
23. Rahman, M.S., J.H. Wilson and Y. Aitken. 1977. Determination of spikelet number in wheat. II.* Effect of varying light level on ear development. Australian Journal of Agricultural Research, 28(4): 575-581.
24. Rezaeizadeh, A., V. Mohamadi, M. R.Siahpoush and A. Ahmadi. 2020. The Response of Iranian Spring Wheat Cultivars to Heat Stress at Anthesis and Grain Filling Stages. Journal of Crop Breeding, 12(33): 107-109 (In Persian).
25. Singh, K., S.N. Sharma and Y. Sharma. 2011. Effect of high temperature on yield attributing traits in bread wheat. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 36(3): 415-426.
26. Tahmasebi, S, B. Heidari, H. Pakniyat and M.R. Jalal Kamali.2014. Independent and combined effects of heat and drought stress in the Seri M82× Babax bread wheat population. Plant Breeding, 133(6): 702-711.
27. Wahid, A., S. Gelani, M. Ashraf and M.R. Foolad. 2007. Heat tolerance in plants: an overview. Environmental and Experimental Botany, 61(3): 199-223.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]

Identification of Heat Tolerant Genetic Sources in Bread Wheat Germplasm

Mehdi Zahravi[1], Nazanin Amirbakhtiar[2], Yousef Arshad[1], Gholamabbas Mosharraf Ghahfarrokhi[3] and Mehrzad Ahmadi[1]

1- Assistant Professor, Genetic research department, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
2- Researcher, Genetic research department, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran (Corresponding author: nabakhtiar@spii.ir)
3- Researcher, Agricultural and Natural Resources Research Center of Khuzestan, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahwaz, Iran
Received: July 3, 2021 Accepted: August 21, 2021

Abstract

Terminal heat stress has been recognized as the most widespread and detrimental type of heat stress in the world. In southern regions of Iran like Khuzestan, delay in planting date causes pollination and grain filling stages to be exposed to high temperatures, resulting in yield reduction. Developing heat tolerant cultivars is one of the ways to deal with heat stress. In this study, to identify resources of heat tolerance in wheat germplasm, a total of 203 bread wheat accessions with three control cultivars were planted in normal and delayed planting dates as an augmented experimental design in Ahwaz and the agronomic traits were evaluated. The results showed that almost all the evaluated traits were reduced in heat stress conditions compared to normal conditions. In both normal and heat stress conditions, some superior accessions were identified in terms of the studied traits compared to the control cultivars. In the biplot based on the principal components under heat stress conditions, 64 accessions along with control cultivars were located in the area of superior characteristics in terms of grain weight of five spikes, number of florets per spike, number of grains per spike, number of spikelets per spike, spike length and plant height. The studied accessions were divided into five groups by cluster analysis. The results showed a high diversity in the studied genetic material and the accessions superior to the control cultivars in terms of the studied traits were identified which can be used in future breeding programs.

Keywords: Bread wheat, Diversity, Heat stress, Multivariate statistical methods

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-12-17]

[DOI: 10.52547/jcb.13.39.228]