فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیست و دوم/ شمارهٔ دوم/ صفحات ۱۵-۳۰/ پاییز و زمستان ۱۴۰۱
DOI: 10.22084/PPT.2023.25529.2068

ارزیابی ژرم‌پلاسم گندم نان و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به کم‌آبی در شرایط دیم منطقه زنجان

Evaluation of Bread Wheat Germplasm and Identification of Water Deficit Tolerant Genotypes in Rain-Fed Conditions of Zanjan Region

حسین نظری[۱*]، مظفر روستایی[۲]، حمید حاتمی ملکی[۳] و مرتضی اشراقی‌نژاد[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۰۴
(مقاله پژوهشی)

چکیده

به‌منظور ارزیابی تحمل به تنش کم‌آبی در ژنوتیپ‌های گندم نان، تعداد ۱۴۴ ژنوتیپ در قالب لاتیس مربع با دو تکرار و در دو حالت آبیاری تکمیلی و دیم در ایستگاه تحقیقات دیم مرکز تحقیقات کشاورزی استان زنجان در طی سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹ ارزیابی شدند. بر اساس عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم، شاخص‌های مختلف تحمل به تنش اندازه‌گیری گردید. نتایج تجزیه واریانس بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه براساس شاخص‌های تحمل به تنش کم‌آبی بود. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم نشان داد که ژنوتیپ‌های ۸۲، ۱۰۱، ۱۱۶، ۱۳، ۸۶، ۱۳۱ و ۶۵ دارای بیش‌ترین عملکرد در هر دو شرایط محیطی می‌باشند. بر اساس شاخص‌های STI، MP، GMP و HM ژنوتیپ ۸۸ و بر اساس شاخص‌های TOL، SSI و YSI ژنوتیپ ۴۱ به‌عنوان ژنوتیپ متحمل شناسایی شدند. به غیر از شاخص‌های SSI و YSI، سایر شاخص‌های موردمطالعه دارای هم‌بستگی معنی‌دار با عملکردهای محیطی بودند و بنابراین می‌توانند به‌طور مؤثری برای گزینش ارقام متحمل به تنش خشکی به‌کار روند. با استفاده از نمودار بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های تحمل ژنوتیپ‌ها در دو گروه مجزا قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شناسایی شده به‌وسیله شاخص‌های STI، MP، GMP و HM در یک گروه و ژنوتیپ‌های شناسایی شده به‌وسیله شاخص‌های TOL، SSI و YSI در گروه مجزای دیگری قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شناسایی شده در این تحقیق می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی آتی گندم نان برای تحمل به تنش کم‌آبی در منطقه مورداستفاده قرار بگیرند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد دانه، شاخص‌های تحمل به تنش، بای‌پلات

۱. استادیار، بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
۲. استادیار، بخش تحقیقات غلات، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران
۳. استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران
۴. استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران
*: نویسنده مسئول Email: Nazary28@gmail.com

مقدمه

کشور ایران همانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه تحت‌تأثیر تنش خشکی قرار دارد که منجر به کاهش تولید غلات در زمین‌های زراعی شده است *تریتوان*[1] و همکاران (2002). به‌طورکلی خشکی عبارت است از ناچیز بودن میزان بارندگی و توزیع آن در طی فصل زراعی به‌قدری که با کاهش عملکرد گیاهان زراعی همراه گردد. شواهد نشان می‌دهد که در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌دنبال افزایش درجه حرارت محیط و کاهش ذخیره رطوبت خاک، پر شدن دانه کاهش یافته و درنتیجه عملکرد دانه غلات کاهش می‌یابد (سی‌وسه مرده و همکاران، 2006).

گندم نان (*Triticum aestivum*) در بین غلات بیش‌ترین سطح زیر کشت را در دنیا داشته و اهمیت اقتصادی آن سبب شده که راهکارهای گوناگونی به‌منظور به‌نژادی آن موردارزیابی قرار گیرد تا درنتیجه ارقام پرمحصول و با تحمل بالاتری نسبت به خشکی به‌دست آید *تریتوان و رینولد*[2] (2007). شاخص‌های آماری متعددی برای ارزیابی واکنش محصولات زراعی نسبت به تنش‌های محیطی توسط محققین مورداستفاده قرار گرفته است *فرناندز*[3] (1992) شاخص تحمل به تنش (STI) را پیشنهاد کرد که بر اساس عملکرد گیاه محاسبه شده و مقادیر بالای STI نشانه افزایش مقاومت گیاه به تنش است. *رزایلی* و *هامبلین*[4] (1981) در بررسی خود شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP) را معرفی نمودند که شاخص TOL تفاوت عملکرد گیاه در دو شرایط محیطی و MP میانگین تولید در شرایط تنش و عدم تنش است. زیاد بودن مقدار TOL نشانه حساسیت گیاه به تنش بوده و اساساً انتخاب بر مبنای مقادیر کم TOL انجام می‌گیرد این درحالی است که زیاد بودن MP تحمل بیش‌تر به تنش را نشان می‌دهد. *فرناندز* (1992) شاخص دیگری تحت‌عنوان میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) را پیشنهاد نمودند. *فیشچر* و *مایرر*[5] (1978) و نیز شاخص حساسیت به تنش (SSI) را معرفی نمودند که در آن عملکرد گیاه تحت‌شرایط مطلوب و تنش اندازه‌گیری و سپس شدت تنش بر اساس میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها تحت‌شرایط مطلوب و تنش تعیین می‌شود. در این شاخص، مقادیر کم SSI حاکی از تغییرات کم عملکرد گیاه در شرایط تنش در مقایسه با شرایط عدم تنش و درنتیجه مقاومت بیش‌تر گیاه است. شانظری و همکاران (2018) دریافتند که هم‌بستگی مثبت بالایی بین کربوهیدرات محلول برگ با عملکرد گندم در هر دو شرایط خشکی و آبی وجود دارد. در مطالعه‌ای که اخیراً توسط *زبرجدی* و همکاران (2013)، به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی انجام گرفت، بین عملکرد در شرایط تنش، بدون تنش و شاخص‌های تحمل به خشکی هم‌بستگی معنی‌داری مشاهده شد. هم‌چنین آن‌ها، *زبرجدی* و همکاران (2013)، گزارش نمودند که شاخص‌های تحمل تنش (STI)، میانگین بهره‌وری (MP) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی مناسب بوده و در بین آن‌ها شاخص STI، به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص می‌باشد. هم‌چنین در مطالعه‌ی دیگری که توسط *بخشایشی قشلاقی* و *شکرچه زاده* (2015)، به‌منظور ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش خشکی انجام شد، بین شاخص‌های محاسبه شده و میانگین عملکرد در شرایط آبی و دیم هم‌بستگی معنی‌داری به‌دست آمد و شاخص STI به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص برای غربال کردن ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط آبی و دیم گزارش گردید. در مطالعه‌ای روی ۲۰ ژنوتیپ گندم نان در شرایط تنش و بدون تنش فقط شاخص‌های STI و GMP جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی مناسب تشخیص داده شدند *نورمندموید* و همکاران (2001). هم‌چنین، آزمایش ژنوتیپ‌های مختلف گندم در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی انتهای فصل رشد نشان داد که شاخص تحمل تنش (STI)، شاخص میانگین بهره‌وری (MP) و شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) شاخص‌هایی مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی هستند (*فراوندی* و همکاران، 2010)، *گل آبادی* و همکاران (2006)، نیز با مطالعه ژنوتیپ‌های پرمحصول گندم دوروم، شاخص‌های GMP، STI و MP را به‌عنوان بهترین شاخص‌ها در شرایط تنش و بدون تنش معرفی نمودند. ژنوتیپ‌های جدید گندم به‌منظور دسته‌بندی و توصیه برای مناطق دیم مستعد تنش خشکی نیازمند بررسی توسط شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت به تنش هستند، لذا این تحقیق با هدف بررسی عملکرد ژنوتیپ‌های جدید گندم نان در شرایط کم‌آبی و نرمال به‌منظور شناسایی و انتخاب لاین‌ها و ارقام متحمل به تنش و هم‌چنین دارای عملکردهای محیطی مطلوب با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش انجام گرفت.

1. Trethowan
2. Trethowan and Reynolds
3. Fernandez
4. Rosielle and Hamblin
5. Fischer and Maurer

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان و غربال نمودن آن‌ها از نظر واکنش به تنش خشکی و شرایط آبیاری تکمیلی، ۱۴۴ لاین و رقم گندم دیم (جدول ۱) در ایستگاه تحقیقات دیم مرکز تحقیقات کشاورزی استان زنجان واقع در شهرستان خدابنده با طول جغرافیایی ′۴۹ °۴۸، عرض جغرافیایی ′۱۳ °۳۶ و ارتفاع ۱۸۷۵ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در دو آزمایش جداگانه موردارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌ها (تهیه شده از موسسه تحقیقات دیم کشور) در قالب طرح لاتیس مربع با ۲ تکرار به‌صورت جداگانه در دو شرایط آبیاری تکمیلی و شرایط دیم (بدون هیچ‌گونه آبیاری) کشت شدند. در آزمایش آبیاری تکمیلی، آبیاری به‌صورت نوار تیپ و در ۳ نوبت در مراحل زمان کشت، شروع ساقه‌دهی و گل‌دهی انجام شد. در هر دو آزمایش، ابعاد واحدهای آزمایشی شامل شش خط به طول شش متر و با فاصله ۱۷ سانتی‌متر بود. میزان بذر مصرفی در شرایط دیم با تراکم ۳۸۰ دانه در مترمربع و در شرایط آبیاری تکمیلی برابر با ۴۵۰ دانه در مترمربع بودند که با توجه به وزن هزاردانه هر رقم محاسبه و بذرها روی ردیف‌ها در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شدند. قطعه زمین محل اجرای آزمایش در سال قبل به‌صورت آیش بوده و عملیات تهیه بستر مطابق دستورالعمل فنی موسسه دیم انجام گرفت. ضدعفونی بذور با سم کاربوکسین تیرام با نسبت دو در هزار برای کنترل بیماری سیاهک پنهان و آشکار انجام گرفت. نیتروژن موردنیاز در قطعه زمین آزمایش بر اساس آزمون خاک به‌میزان ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره با نسبت ۷۰ و ۳۰ درصد به‌ترتیب در پاییز و بهار (سرک) مصرف شد. بر اساس نتایج آزمون خاک نیازی به مصرف کود فسفره نبود. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه بعد از نمونه‌برداری از عمق صفر (۰) تا۳۰ سانتی‌متری تعیین گردید. در انتهای فصل رشد گیاهی، عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید و شاخص‌های کمّی مقاومت به تنش با استفاده از عملکرد در شرایط آبیاری تکمیلی (Yp) و شرایط دیم (Ys) به شرح ذیل محاسبه گردید:

شاخص تحمل (TOL) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP) *روزیلی* (1981).

معادله (۱) $$TOL = Y_p - Y_s$$

معادله (۲) $$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2}$$

شاخص حساسیت به تنش (SSI) *فیشچر* و *مایرر* (1987).

معادله (۳) $$SSI = \frac{1 - \left(Y_s / Y_p \right)}{SI}$$

معادله (۴) $$SI = 1 - \left(\frac{\overline{Y_s}}{\overline{Y_p}} \right)$$

در این فرمول SI شدت تنش، $\overline{Y_S}$ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و $\overline{Y_P}$ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش است.

شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص تحمل تنش (STI) *فرناندز* (1992).

معادله (۵) $$GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)}$$

معادله (۶) $$STI = \frac{(Y_S)(Y_P)}{(\overline{Y_P})^2}$$

میانگین هارمونیک (HM) *عزیزی چاخرچمان*[1] و همکاران (2008).

معادله (۷) $$HM = \frac{2(Y_P \ . \ Y_S)}{Y_P + Y_S}$$

شاخص پایداری عملکرد (YSI) و شاخص عملکرد (YI) *بویسالاما* و *چاپایگ*[2] (1984).

معادله (۸) $$YSI = \frac{Y_s}{Y_p}$$

معادله (۹) $$YI = \frac{Y_s}{\overline{Y_s}}$$

پس از جمع‌آوری و مرتب نمودن داده‌ها در نرم‌افزار Excel، برای محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و Minitab 18 استفاده شد. ترسیم نمودارهای هم‌بستگی و بای پلات از طریق نرم‌افزار Minitab انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های تحمل به خشکی در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم نشان داد که بین ژنوتیپ‌های موردبررسی از نظر عملکرد دانه در شرایط نرمال (Yp)، از لحاظ شاخص تحمل تنش (TOL)، شاخص پایداری عملکرد (YSI) و شاخص حساسیت به تنش (SSI) در سطح احتمال ۱ درصد و شاخص بهره‌وری متوسط (MP) در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. این امر بیانگر وجود تنوع ژنتیکی در ژرم‌پلاسم گندم نان موردارزیابی از نظر واکنش به

1. Azizi-Chakherchaman
2. Bouslama and Schapaugh

تنش کم‌آبی آخر فصل رشد می‌باشد. مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر، تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گندم نان برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش توسط محققین قبلی، *دادبخش* و *یزدان سپاس* (2011) نیز گزارش گردیده است. در مطالعه‌ای که توسط *سلیمانی فرد* و همکاران (2010) در ژنوتیپ‌های گندم دوروم انجام گردید، اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص‌های GMP، TOL، SSI، STI، MP و HRM بین ژنوتیپ‌های موردمطالعه به‌دست آمد.

بیش‌ترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی مربوط به ژنوتیپ‌های ۱۱۲، ۵۹ و ۸۵ (به‌ترتیب ۲۵۵۵/۵، ۲۵۴۷/۵ و ۲۵۴۵ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد (جدول ۳ و شکل ۱). درحالی‌که در شرایط دیم بیش‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های ۹۰، ۷۹ و ۸۳ (به‌ترتیب با ۱۹۷۵، ۱۹۶۲/۵ و ۱۹۵۰ کیلوگرم در هکتار) مـی‌باشد (جدول ۴). میانگین ژنوتیپ‌های موردمطالعه گندم نان از نظر شاخص‌های تحمل به تنش مورداستفاده (جدول ۴) نشان داد که از نظر شاخص SSI، ژنوتیپ ۴۱ کم‌ترین (۰/۳۶) و ژنوتیپ ۳۸ بیش‌ترین (۱/۱۸) مقدار را دارا می‌باشند که مقدار کم SSI نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط نرمال و تنش کم‌آبی و درنتیجه پایداری بیش‌تر آن است. ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص SSI، مواد آزمایشی را فقط بر اساس مقاومت و حساسیت به تنش دسته‌بندی می‌کند و به‌عبارت دیگر با استفاده از این شاخص می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل به تنش را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص نمود. استفاده از شاخص SSI، برای انتخاب ارقام متحمل یعنی با تغییرات کم‌تر عملکرد ولی احتمالاً کم بازده در هر دو شرایط است. بنابراین، بهتر است از شاخص SSI برای حذف ارقام حســاس، نه برای انتخاب ارقام متحمل به تنش استفاده کرد *اقبالی* و همکاران (2016). در شاخص TOL نیز مقادیر عددی پایین، نشان‌دهنده تحمل نسبی ارقام می‌باشد. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها از نظر این شاخص (TOL) نیز مشخص کرد که ژنوتیپ ۱۲۷ به‌عنوان ژنوتیپ متحمل به تنش کم‌آبی می‌باشد (جدول ۴). در این پژوهش نتایج دو شاخص SSI و TOL تقریباً به‌دست آمد. شاخص YSI که توسط *بویسلاما* و *چاپایگ* (1984) معرفی شده است، عملکرد را تحت‌شرایط تنش یک رقم وابسته به عملکرد غیرتنش آن ارزیابی می‌کند. بنابراین از ارقامی با YSI بالاتر انتظار می‌رود که تحت هر دو شرایط عملکرد بالاتری داشته باشند. با توجه به جدول ۴، ژنوتیپ ۴۱ بیش‌ترین مقدار شاخص YSI را به خود اختصاص داده است و دارای عملکرد نسبتاً بالایی در هر دو شرایط نرمال و تنش کم‌آبی می‌باشد. در مورد شاخص STI (جدول ۴)، ژنوتیپ ۱۳۵ با مقدار ۱/۰۶ دارای بیش‌ترین و ژنوتیپ ۱۲ با مقدار ۰/۴۶ دارای کم‌ترین مقادیر می‌باشند که مقدار بالای شاخص STI برای یک ژنوتیپ نشان‌دهنده تحمل به خشکی بالاتر و عملکرد بالقوه بیش‌تر آن ژنوتیپ می‌باشد. برای شاخص‌های MP و GMP، نیز که مقادیر بالای آن‌ها، نشان‌دهنده متحمل بودن ارقام می‌باشد بیش‌ترین مقدار مربوط به ژنوتیپ ۸۸ می‌باشد (جدول ۴). بر اساس شاخص میانگین هارمونیک (HM) ژنوتیپ ۸۸ بیش‌ترین مقدار را به خود اختصاص داده است (جدول ۳). بنابراین ژنوتیپ ۸۸ با داشتن عملکرد بالا در هر دو شرایط آبیاری تکمیلی و دیم به‌عنوان ژنوتیپ متحمل به خشکی معرفی گردید. در این پژوهش نتایج سه شاخص MP، GMP و HM یکسان به‌دست آمد. شاخص عملکرد (YI) ارقام را فقط بر اساس عملکرد تنش رتبه‌بندی می‌کند بنابراین ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را تشخیص نمی‌دهد (*سی‌وسه مرده* و همکاران، 2006).

با استفاده از تحلیل هم‌بستگی بین عملکرد در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم با شاخص‌های کمّی تحمل به تنش می‌توان شاخص‌های تحمل به تنش را غربال نموده و مناسب‌ترین شاخص را انتخاب نمود. مناسب‌ترین شاخص، آن است که در هر دو شرایط نرمال و تنش با عملکرد هم‌بستگی معنی‌داری داشته باشد *بلوم*[1] (1988). در این تحقیق، ضریب هم‌بستگی شاخص‌های تحمل به خشکی محاسبه شده با عملکردهای محیطی (شکل ۲) نشان داد که به‌غیر از شاخص‌های SSI و YSI، سایر شاخص‌های موردمطالعه دارای ارتباط معنی‌دار با عملکرد بذر در هر دو شرایط محیطی می‌باشند. بنابراین، با گزینش بر اساس این شاخص‌ها می‌توان عملکردهای محیطی را بهبود بخشید. در مطالعه‌ای، *عبدالشاهی* و همکاران (2010) شاخص‌های MP، GMP، HM و STI را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها برای ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های گندم معرفی نمودند. در تحقیقی بر روی گندم دوروم *صادق زاده اهری* (2006)، شاخص‌های MP، GMP و STI به‌عنوان بهترین شاخص‌ها جهت شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم توصیه گردیدند. در تحقیقی دیگر *اقبالی* و همکاران (2016)، شاخص‌های STI، MP و GMP را بهترین شاخص‌ها برای گزینش و تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به تنش کم‌آبی در لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو بیان کردند. *علی* و *ال صادق*[2] (2016) نیز در مطالعه دیگری شاخص‌های STI، MP و

1. Blum
2. Ali and El-Sadek

GMP را به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای گزینش لاین‌های نسبتاً متحمل گندم نان (*Triticum aestivum* L.) معرفی نمودند. هم‌چنین، *نورمند معاید* و همکاران (2001) گزارش نمود که شاخص‌های STI و GMP در یافتن ژنوتیپ‌هایی که پتانسیل عملکرد بالایی داشته و متحمل به تنش می‌باشند، از سایر شاخص‌های معرفی شده موفق‌تر هستند. *آقایی سربارزه* و همکاران (2009) با تحقیق روی ژنوتیپ‌های گندم و بررسی شاخص‌های تحمل به تنش، شاخص STI را نسبت به سایر شاخص‌ها مناسب‌تر نشان دادند. *شهریاری* و همکاران (2008)، نیز شاخص‌های GMP و STI را برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی نمودند. در پژوهش دیگری سه شاخص STI، MP و GMP به‌عنوان بهترین شاخص‌ها جهت انتخاب لاین‌های متحمل به کم‌آبی در گندم معرفی شدند *کریم‌زاده* و همکاران (2012). *آکجورا*[1] و همکاران (2011) نیز شاخص SSI را به‌عنوان شاخص برتر در شرایط تنش شدید و شاخص‌های HM، TOL، GMP، MP و STI را در شرایط تنش ملایم‌تر معرفی کردند.

یکی از روش‌های بررسی تنوع ژنتیکی موجود در یک ژرم‌پلاسم، استفاده از روش آماری چندمتغیره نظیر تجزیه به مؤلفه‌های اصلی است. از این روش در بررسی تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم گیاهان مختلف و نیز گندم متقی و همکاران (2010) استفاده شده است. از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای رسیدن به اهداف تشریح و توجیه تنوع موجود در جامعه، تعیین سهم هر صفت در تنوع و کاهش تعداد متغیرهای اصلی از طریق محاسبه مؤلفه‌های غیرهم‌بسته که ترکیبی از متغیرهای اصلی هستند، استفاده می‌شود *فراهانی* و *ارزانی* (2009). از دیگر کاربردهای این روش، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس موقعیت تقریبی آن‌ها در نمودار بای‌پلات حاصل از مؤلفه‌ها و یافتن ژنوتیپ‌هایی است که دارای ویژگی‌های خاص هستند. در مطالعه حاضر با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی متغیرهای موردمطالعه به ۲ مؤلفه با واریانس تجمعی ۹۹ درصد کاهش یافتند (جدول ۴). در مؤلفه اول تمامی شاخص‌های موردمطالعه به‌غیر از شاخص SSI دارای ضرایب مثبت بودند و در مؤلفه دوم، متغیرهای YSI، YI و Ys دارای ضرایب منفی با مؤلفه بودند (جدول ۴). بر اساس بای پلات ترسیم شده بر مبنای مؤلفه‌های اصلی اول و دوم (شکل ۳) ژنوتیپ‌ها به گروه‌هایی تقسیم شدند که مرتبط با پایداری عملکرد و تحمل به تنش ژنوتیپ‌ها بود. برای تعیین بهترین روش تجزیه خوشه‌ای ۱۴۴ لاین بر مبنای فاصله اقلیدسی براساس شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در دو شرایط آبی و دیم از ضریب هم‌بستگی کوفنیک استفاده شد و روش Paired group (UPGMA) با ضریب ۰/۶۶ نسبت به روش‌های single linkage و ward's method به‌ترتیب با ضرایب ۰/۴۹ و ۰/۶۰ انتخاب گردید. برای تعیین خط برش کلاستر از روش تابع تشخیص استفاده گردید. بر این اساس لاین‌ها به چهار گروه تقسیم شدند. ضریب لامبدای ویلکس برای سه تابع شناسایی شده بسیار معنی‌دار بود (۰/۰۰۰۱) و صحت گروه‌بندی ۹۵/۸ درصد بود (شکل ۴). در این تحقیق، ژنوتیپ‌هایی نظیر ۱۲۷، ۱۴۳، ۶۱، ۵۳، ۴۱، ۱۳۷، ۱۲۴، ۱۳۶ و ... یا به‌عبارت بهتر ژنوتیپ‌های شناسایی شده به‌وسیله شاخص‌های SSI، TOL و YSI در یک گروه قرار گرفتند و ژنوتیپ‌هایی نظیر ۸۸، ۱۱۴، ۹۰ و ۱۱۷ ... که همان ژنوتیپ‌های گزینش شده به‌وسیله شاخص‌های STI، MP، GMP و HM می‌باشند، در گروه مجزایی قرار گرفتند. نتایج پلات دوبعدی شاخص‌های تحمل موردمطالعه نشان داد که با توجه به زاویه بین شاخص‌ها (شکل ۳) ارتباط ضعیفی بین شاخص TOL با SSI و شاخص SSI با YSIوجود دارد بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که هریک از شاخص‌های تحمل به تنش قادر به شناسایی و غربال مؤثر بخشی از ژرم‌پلاسم می‌باشند.

1. Akcura

جدول ۱: ژنوتیپ‌های گندم مورداستفاده در آزمایش

Table 1: Used wheat genotypes in current study

ژنوتیپ Genotype	لاین/واریته Variety / Line
1	Sardari (Control)
2	Chenab/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-009-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
3	Chenab/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-009-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
4	Chenab/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-009-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
5	MS-85-12 /3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-032-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
6	MS-85-12 /3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-032-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
7	MS-85-12 /3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-032-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
8	Azar2
9	MS-85-12 /3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-032-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
10	Azar-2/Sardari IRW 2012-034-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
11	Azar-2/Sardari IRW 2012-034-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
12	Sabalan/Sardari IRW 2012-040-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
13	Sabalan/Sardari IRW 2012-040-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
14	Sabalan/Sardari IRW 2012-040-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
15	Ohadi
16	Sabalan/8/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/6/VORONA/HD2402/7/F10S-1 IRW 2012-041-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
17	Ohadi/Unknown-2 IRW 2012-043-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
18	Ohadi/Unknown-2 IRW 2012-043-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
19	Sadra
20	Unknown-11/Unknown-2 IRW 2012-045-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
21	Sabalan/84.40023//Seafallah/3/SPII-GC 219 IRW 2012-053-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
22	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-056-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
23	Azar2/87Zhong291-99/4/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-068-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
24	Azar2/87Zhong291-99/4/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-068-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
25	Homa
26	Azar2/87Zhong291-89/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-072-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
27	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/ZANDER//ATTILA/3*BCN IRW 2012-084-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
28	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/ZANDER//ATTILA/3*BCN IRW 2012-084-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
29	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/Pato IRW 2012-085-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
30	Baran
31	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/Pato IRW 2012-085-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
32	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-086-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
33	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-086-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
34	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-086-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
35	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-086-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
36	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-086-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
37	HXL7573/2*BAU//WBLL1/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-093-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
38	HXL7573/2*BAU//WBLL1/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-093-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
39	Hashtrood
40	HXL7573/2*BAU//WBLL1/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-093-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
41	NJ8611//G.C.W1/SERI/3/G.C.W1/SERI/4/FLORKWA-2/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-094-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
42	NJ8611//G.C.W1/SERI/3/G.C.W1/SERI/4/FLORKWA-2/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-094-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
43	NJ8611//G.C.W1/SERI/3/G.C.W1/SERI/4/FLORKWA-2/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-094-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
44	Yr15/6*Avocot"s"/8/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/6/VORONA/HD2402/7/F10S-1 IRW 2012-110-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
45	Yr15/6*Avocot"s"/8/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/6/VORONA/HD2402/7/F10S-1 IRW 2012-110-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
46	Yr15/6*Avocot"s"/8/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/6/VORONA/HD2402/7/F10S-1 IRW 2012-110-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
47	CIMMIT 82-126/3/WHEAR/VIVITSI//WHEAR IRW 2012-120-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
48	Sadra
49	Azar2/78Zhong291-58//Yr15/6*Avocot"s" IRW 2012-128-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
50	Azar2/78Zhong291-58//Yr15/6*Avocot"s" IRW 2012-128-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
51	Azar2/78Zhong291-58//Yr15/6*Avocot"s" IRW 2012-128-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
52	Azar2/78Zhong291-58//Yr15/6*Avocot"s" IRW 2012-128-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
53	Azar2/78Zhong291-58//Yr15/6*Avocot"s" IRW 2012-128-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
54	Seafallah/3/Sbn//Trm/K253/4/Roshan IRW 2012-148-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
55	Varan
56	Seafallah/3/Sbn//Trm/K253/4/Roshan IRW 2012-148-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
57	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-157-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
58	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-157-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
59	Sardari

ادامه‌ی جدول ۱: ژنوتیپ‌های گندم مورداستفاده در آزمایش

Table 1 Continue: Used wheat genotypes in current study

ژنوتیپ Genotype	لاین/واریته Variety / Line
60	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-157-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
61	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/3/Azar-2 IRW 2012-160-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
62	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/3/Azar-2 IRW 2012-160-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
63	Chenab/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-009-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
64	Kharchia/Azar-2 IRW 2012-020-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
65	Azar2
66	Kharchia/Azar-2 IRW 2012-020-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
67	MS-85-12 /3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-032-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
68	MS-85-12 /3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-032-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
69	MS-85-12 /3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-032-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
70	Ohadi
71	Azar-2/Sardari IRW 2012-034-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
72	Azar-2/Sardari IRW 2012-034-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
73	Sabalan/Sardari IRW 2012-040-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
74	Unknown-11/Unknown-2 IRW 2012-045-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
75	Homa
76	Unknown-11/Unknown-2 IRW 2012-045-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
77	Manning/Sdv1//Dogu88/3/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid IRW 2012-046-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
78	Manning/Sdv1//Dogu88RAN/NE701136//CI13449/CTK/3/CUPE/4/F134.71/NAC/5/MV17/6/Unknown-2
79	Sabalan/84.40023//Seafallah/3/SPII-GC 219 IRW 2012-053-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
80	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/8/SN64//SKE/2*ANE/3/SX/4/BEZ/5/SERI/6/VORONA/HD2402/7/F10S-1
81	Baran
82	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-056-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
83	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-056-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
84	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-056-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
85	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/3/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-057-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
86	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/3/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-057-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
87	F10S-1//ATAY/GALVEZ87/3/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-057-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
88	Hashtrood
89	Azar2/87Zhong291-143//Azar-2 IRW 2012-063-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
90	Azar2/87Zhong291-99/4/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-068-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
91	Azar2/87Zhong291-99/4/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-068-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
92	Azar2/87Zhong291-99/4/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-068-0MA-0MA-0MA-0MA-5MA-0MA
93	Azar2/87Zhong291-99/4/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-068-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
94	Azar2/87Zhong291-89/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-072-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
95	Azar2/87Zhong291-89/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-072-0MA-0MA-0MA-0MA-3MA-0MA
96	Zcl/3/Pgfn//Cno67/Son64(Es86-8)/4/Kauz/5/Trk13/6/4848 Mashad/Tui"S"/7/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT
97	Sadra
98	Zcl/3/Pgfn//Cno67/Son64(Es86-8)/4/Kauz/5/Trk13/6/4848 Mashad/Tui"S"/7/Shahi/Prl"S"//Fenkang15/Sefid
99	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/Pato IRW 2012-085-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
100	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-086-0MA-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
101	VORONA//PRL/VEE#6/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ /4/PTZ NISKA/UT1556-170//UNKNOWNT IRW 2012-086-0MA-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
102	Hama-4//SPII-GC 217 IRW 2012-092-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
103	Hama-4//SPII-GC 217 IRW 2012-092-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
104	HXL7573/2*BAU//WBLL1/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-093-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
105	Sardari
106	HXL7573/2*BAU//WBLL1/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-093-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
107	HXL7573/2*BAU//WBLL1/5/SABALAN/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//BLO IRW 2012-093-0MA-0MA-0MA-0MA-4MA-0MA
108	Alvand/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-118-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
109	CIMMIT 82-126/3/WHEAR/VIVITSI//WHEAR IRW 2012-120-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
110	Seafallah/3/Sbn//Trm/K253/4/Roshan IRW 2012-148-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
111	Azar2
112	Seafallah/3/Sbn//Trm/K253/4/Roshan IRW 2012-148-0MA-0MA-0MA-0MA-7MA-0MA
113	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-157-0MA-0MA-0MA-0MA-1MA-0MA
114	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/4/Sabalan/Tui"s"/3/Snb//Pco/Pvn IRW 2012-157-0MA-0MA-0MA-0MA-6MA-0MA
115	SARDARI-HD84//UNKN/HATUSHA/3/Azar-2 IRW 2012-160-0MA-0MA-0MA-0MA-2MA-0MA
116	CHEN/AEGILOPS SQUARROSA(TAUS)//BCN/3/2*KAUZ/4/BILLING(N566/OK94P597)-0SE-0100TE-6DYR-0E
117	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/TILHI/4/F498U1-1021/BOEMA-0SE-0100TE-7DYR-0E
118	UN49/6/ATTILA/3*BCN//BAV92/3/TILHI/5/BAV92/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/CROC_1/AE.SQUARROSA(224)//2*OPATA/7/PYN/BAU//VORONA/HD2402 -0SE-0100TE-2DYR-0E
119	Ohadi
120	KIRITATI//SERI/RAYON/3/VICTORYA -0SE-0100TE(UN-PROT)-4DYR(UN-PROT)-0E
121	KAMB1/MNNK1//WBLL1/4/VORONA/HD2402/3/RSK/CA8055//CHAM6/5/T81/KS93U206 -0SE-0100TE-3DYR-0E
122	KARAHAN/BILLING(N566/OK94P597) -0SE-0100TE-5DYR-0E
123	BR1284//BH114686/ALD/3/CAZO/4/KS940786-6-7/5/CTY*3/TA2460/6/BACANORA/3/2163/2174//AGSECO 7853(OK01224)-0SE-0100TE-5DYR-0E
124	OWL//OMBUL/ALAMO/3/CTY*3/TA2460/4/KS82142/PASTOR-0SE-0100TE-1DYR-0E
125	DALNITSKAYA/MV18-2000/4/TAST/SPRW//ZAR/3/ATAY/GALVEZ87-0SE-0E-050E-050E-2YC-0E
126	BONITO-37/MV10-2000/3/SHI#4414/CROWS"//GKSAGVARI/CA8055
127	Sadari

ادامه جدول ۱: ژنوتیپ‌های گندم مورداستفاده در آزمایش

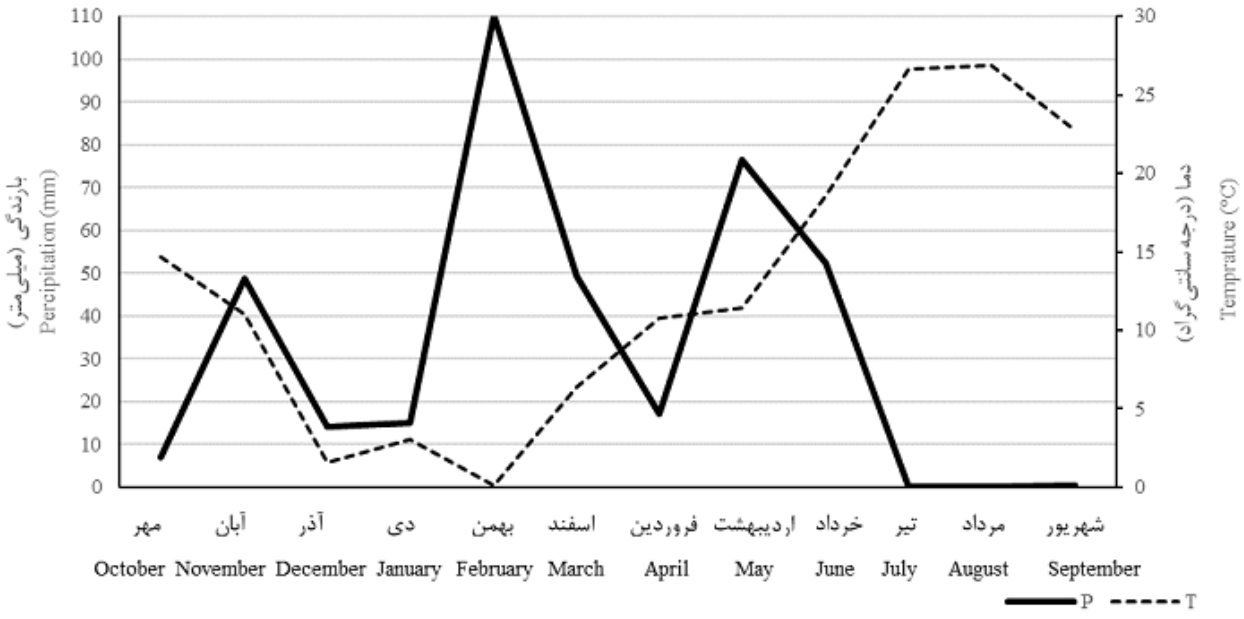
Table 1 Continue: Used wheat genotypes in current study

ژنوتیپ Genotype	لاین/واریته Variety / Line
128	SUBEN-7/6/TAST/SPRW//ZAR/5/YUANDONG 3/4/PPB8-68/CHRC/3/PYN//TAM101/AMIGO/6/OBRII/DNESTREANCA25//ILICIOVCA/OD.CRASNOCOLOS
129	NIKIFOR/KROSHKA
130	SUBEN-7/6/TAST/SPRW//ZAR/5/YUANDONG 3/4/PPB8-68/CHRC/3/PYN//TAM101/AMIGO/6/OBRII/DNESTREANCA25//ILICIOVCA/OD.CRASNOCOLOS
131	CBRD/TNMU//MILAN/SHA7/3/AGRI/NAC//ATTILA/4/IVETA NTA-92/89-6
132	Homa
133	WHEAR//INQALAB 91*2/TUKURU/3/AP01T2421/BCG99-156/4/KASORO 3//ARLIN/KS89H130/3/OVL
134	WBLL1*2/TUKURU//BILLINGS
135	OCW03S667T-2/KS020986~1
136	Ohadi
137	KS031009K-4/KS060285-M-1
138	GREER/KANMARK
139	EVEREST/CEDAR
140	BENTLEY
141	Varan
142	STATNA
143	Baran
144	Azar2

جدول ۲: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورداستفاده

Table 2: Results of physical and chemical analysis for used soil

رس (درصد) Clay (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	شن (درصد) Sand (%)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	کربن آلی (درصد) O.C (%)	درصد مواد خنثی‌شونده P.N.V. (%)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (ds/m)	عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت خاک Soil texture
40	42	18	18.60	453	0.69	5.4	0.692	0-30	لومی- رسی- سیلتی Loam-clay- silt



شکل ۱: نمودار آمبروترمیک ایستگاه دیم خدابنده در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۳۹۸. P: بارندگی (میلی‌متر) و T: دما (درجه سانتی‌گراد)

Fig. 1: Ambrothermic graph of Khodabandeh rainfed station in 2017-2018 crop season P: Percipitation T: Temprature

جدول ۳: تجزیه واریانس عوامل آزمایشی بر عملکرد دانه لاین‌ها

Table 3: Variance analysis of experimental factors on grain yield of line

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS								
		Yp	Ys	TOL	MP	GMP	YSI	YI	HM	SSI
تکرار Repeat	1	20781904.50**	5504285.50**	160083.68	1160907.03**	1274511.75**	0.11**	0.96**	1386612.53**	1.22**
لاین Line	143	49563325.78**	2270000.39**	50991.24**	48552.41*	47801.12	0.009**	0.02	47795.22	0.10**
خطا Error	143	113911.37	77498.79	4443	5052.46	79902.6	0.09	0.03	49845.49	0.01
کل Total	287									
ضریب تغییرات CV		17.36	18.81	37.56	14.23	14.41	13.70	17.17	14.67	32.18

Yp، Ys، TOL، MP، GMP، YSI، YI، HM و SSI: به‌ترتیب نشان‌دهنده عملکرد در شرایط کم‌آبیاری، عملکرد در شرایط دیم، شاخص تحمل، شاخص بهره‌وری، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص پایداری عملکرد، شاخص عملکرد، میانگین هارمونیک و شاخص حساسیت به تنش هستند.

* و **: به‌ترتیب معنی‌داری در سطوح خطای آماری ۵ و ۱ درصد هستند

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, YSI, YI, HM and SSI respectively are yield in supplementary irrigation situation, yield in rainfed situation, Tolerance Index, Mean Production Index, Geometric Mean Productivity, yield stability index, Harmonic Mean and stress sensitivity index.

* and **: Are significant at the statistical error levels of 5 and 1 percent, respectively

جدول ۴: میانگین ۳۰ ژنوتیپ حداقل و حداکثر از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم. اعداد داخل و خارج پرانتز به‌ترتیب نمایانگر میانگین و شماره ژنوتیپ هستند

Table 4: Mean comparison of 30 minimum and maximum genotypes in terms of drought tolerance indices and grain yield in supplementary and rain-fed irrigation conditions. The numbers inside and outside the parentheses represent the average and the genotype number, respectively

YS	YP	YI	YSI	TOL	MP	STI	GMP	HM	SSI
22(737.5)	21(1113)	59(0.73)	127(0.51)	41(210)	99(1257.5)	12(0.46)	99(1234.56)	123(1205.43)	41(0.36)
70(775)	73(1125)	123(0.75)	143(0.56)	137(235)	12(1272.5)	99(0.46)	12(1242.32)	99(1212.32)	137(0.45)
72(787.5)	74(1141)	127(0.77)	61(0.56)	124(260)	94(1277.5)	94(0.46)	123(1251.38)	12(1213.11)	124(0.5)
74(787.5)	70(1151)	12(0.78)	59(0.56)	16(285)	142(1277.5)	59(0.46)	94(1253.17)	59(1214.92)	136(0.54)
73(800)	22(1221.5)	94(0.79)	53(0.57)	119(305)	123(1300)	123(0.47)	142(1256.35)	94(1229.32)	16(0.59)
21(825)	72(1230)	99(0.8)	83(0.58)	9(310)	59(1317.5)	142(0.47)	59(1265.17)	142(1235.8)	8(0.6)
25(862.5)	48(1231.5)	74(0.81)	22(0.58)	121(310)	98(1340)	98(0.5)	98(1310.42)	98(1281.49)	56(0.62)
43(875)	25(1239)	98(0.82)	123(0.59)	136(315)	21(1345)	3(0.51)	21(1313.69)	21(1283.26)	9(0.63)
48(875)	43(1277.5)	131(0.82)	64(0.6)	122(355)	3(1352.5)	21(0.51)	3(1329.07)	74(1292.83)	121(0.65)
27(950)	47(1293.5)	21(0.82)	95(0.6)	8(360)	122(1357.5)	74(0.51)	74(1330.78)	131(1299.08)	119(0.67)
46(987.5)	3(1339.5)	142(0.82)	144(0.6)	14(360)	119(1362.5)	122(0.52)	131(1334.05)	3(1306.3)	106(0.67)
47(1012.5)	5(1348)	26(0.83)	89(0.6)	29(365)	4(1368.75)	4(0.53)	4(1339.15)	4(1310.22)	5(0.69)
5(1037.5)	27(1358)	89(0.83)	26(0.6)	129(370)	74(1370)	119(0.53)	122(1345.84)	127(1322.11)	48(0.69)
18(1037.5)	46(1390)	4(0.84)	18(0.61)	77(375)	131(1370)	131(0.54)	119(1353.88)	68(1327.76)	129(0.7)
3(1062.5)	18(1440.5)	13(0.84)	13(0.61)	49(375)	68(1387.5)	68(0.54)	68(1357.3)	122(1334.28)	40(0.7)
49(1075)	49(1461)	68(0.85)	66(0.62)	104(375)	109(1395)	109(0.54)	109(1367.55)	26(1339.56)	14(0.7)
23(1087.5)	122(1465.5)	28(0.86)	50(0.62)	40(380)	108(1397.5)	108(0.55)	108(1374.26)	109(1340.8)	112(0.7)
40(1100)	40(1471)	3(0.87)	31(0.62)	56(380)	47(1400)	47(0.55)	47(1375.57)	119(1345.32)	49(0.73)
50(1125)	23(1472.5)	109(0.87)	28(0.62)	48(385)	51(1405)	26(0.56)	26(1385.04)	89(1345.69)	104(0.73)
122(1125)	16(1493.5)	47(0.88)	74(0.62)	103(385)	6(1413.75)	89(0.56)	6(1389.43)	108(1351.57)	29(0.73)
51(1137.5)	24(1507)	132(0.89)	131(0.62)	51(390)	133(1425)	51(0.56)	89(1389.58)	47(1351.57)	141(0.73)
96(1137.5)	51(1513)	6(0.89)	91(0.62)	5(395)	16(1432.5)	13(0.56)	51(1389.64)	13(1354.39)	103(0.74)
16(1162.5)	96(1524.5)	61(0.89)	81(0.62)	19(405)	26(1432.5)	132(0.57)	13(1396.52)	6(1365.59)	77(0.76)
127(1162.5)	50(1546.5)	108(0.89)	84(0.63)	112(410)	132(1432.5)	133(0.58)	127(1397.58)	51(1374.52)	19(0.76)
24(1175)	127(1548)	31(0.9)	82(0.63)	142(415)	89(1435)	127(0.58)	133(1403.82)	132(1376.39)	122(0.76)
45(1175)	45(1551)	87(0.9)	43(0.63)	11(415)	85(1437.5)	6(0.58)	132(1404.16)	28(1379.75)	30(0.77)
136(1175)	136(1559)	134(0.9)	44(0.63)	2(420)	13(1440)	16(0.59)	85(1408.04)	85(1380)	10(0.77)
6(1187.5)	6(1564.5)	53(0.91)	7(0.64)	15(420)	14(1440)	28(0.59)	28(1419.28)	133(1383.13)	51(0.77)
33(1200)	56(1579.5)	84(0.91)	126(0.64)	106(420)	138(1445)	87(0.59)	138(1422.12)	87(1396.22)	15(0.78)
52(1200)	52(1581.5)	122(0.91)	38(0.64)	85(435)	87(1451.25)	138(0.59)	87(1423.46)	138(1399.61)	11(0.79)
106(1812.5)	103(2348.5)	40(1.09)	11(0.76)	13(700)	5(1707.5)	5(0.84)	136(1678.97)	65(1656.7)	123(1.37)
129(1825)	63(2361)	25(1.11)	15(0.76)	126(705)	91(1707.5)	8(0.84)	42(1681.59)	64(1660.53)	126(1.18)
62(1837.5)	128(2367)	48(1.11)	51(0.77)	26(705)	42(1712.5)	10(0.84)	5(1694.9)	136(1670.51)	127(1.63)
81(1837.5)	62(2384)	105(1.11)	10(0.77)	84(705)	120(1717.5)	25(0.85)	120(1696.5)	43(1674.07)	13(1.29)
103(1837.5)	114(2405)	102(1.11)	30(0.77)	89(710)	124(1740)	32(0.86)	64(1716.71)	120(1675.84)	131(1.24)
135(1837.5)	7(2420)	65(1.12)	122(0.77)	116(725)	45(1745)	39(0.86)	45(1719.79)	5(1682.42)	143(1.46)

Yp، Ys، TOL، MP، GMP، YSI، YI، HM و SSI: به‌ترتیب نشان‌دهنده عملکرد در شرایط کم‌آبیاری، عملکرد در شرایط دیم، شاخص تحمل، شاخص بهره‌وری، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص پایداری عملکرد، شاخص عملکرد، میانگین هارمونیک و شاخص حساسیت به تنش هستند

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, YSI, YI, HM and SSI: Are yield in supplementary irrigation situation, yield in rainfed situation, Tolerance Index, Mean Production Index, Geometric Mean Productivity, yield stability index, Harmonic Mean and stress sensitivity index, respectively

ادامه جدول ۴: میانگین ۳۰ ژنوتیپ حداقل و حداکثر از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم. اعداد داخل و خارج پرانتز به‌ترتیب نمایانگر میانگین و شماره ژنوتیپ هستند

Table 4 cont.: Mean comparison of 30 minimum and maximum genotypes in terms of drought tolerance indices and grain yield in supplementary and rain-fed irrigation conditions. The numbers inside and outside the parentheses represent the average and the genotype number, respectively

YS	YP	YI	YSI	TOL	MP	STI	GMP	HM	SSI
7(1845)	68(2433.5)	120(1.13)	19(0.77)	31(725)	112(1745)	41(0.87)	141(1719.89)	39(1683.55)	144(1.32)
61(1850)	61(2440.5)	121(1.13)	77(0.77)	90(730)	141(1745)	42(0.87)	39(1720.02)	82(1694.42)	18(1.31)
63(1850)	12(2446)	45(1.15)	103(0.78)	7(735)	39(1757.5)	43(0.87)	112(1728.43)	45(1695.26)	22(1.38)
130(1850)	66(2479.5)	116(1.16)	141(0.78)	59(735)	102(1772.5)	45(0.88)	43(1730.4)	141(1695.56)	26(1.31)
93(1875)	130(2491.5)	135(1.16)	29(0.78)	38(745)	64(1775)	50(0.88)	124(1731.94)	102(1707.5)	28(1.26)
44(1887.5)	83(2495)	5(1.16)	104(0.78)	44(750)	8(1780)	56(0.88)	102(1739.64)	112(1712.15)	31(1.26)
114(1900)	84(2500)	100(1.16)	49(0.78)	66(750)	135(1780)	57(0.9)	82(1740.33)	50(1719.41)	38(1.18)
112(1912.5)	117(2514)	114(1.17)	112(0.79)	18(775)	82(1787.5)	64(0.9)	135(1751.71)	124(1723.97)	43(1.21)
12(1937.5)	64(2521)	137(1.17)	14(0.79)	88(795)	10(1790)	76(0.91)	8(1764.41)	135(1724.24)	44(1.21)
117(1937.5)	44(2522.5)	141(1.18)	40(0.79)	91(795)	43(1790)	81(0.91)	10(1773.42)	81(1734.3)	50(1.26)
66(1950)	93(2529)	136(1.18)	129(0.79)	114(805)	106(1800)	82(0.92)	50(1773.69)	100(1746.51)	53(1.43)
83(1950)	85(2545)	90(1.19)	48(0.79)	82(815)	100(1805)	88(0.92)	100(1775.39)	8(1749.1)	59(1.44)
79(1962.5)	59(2547.5)	112(1.19)	5(0.79)	95(815)	41(1815)	90(0.93)	81(1782.7)	10(1757)	61(1.45)
90(1975)	112(2555.5)	10(1.19)	106(0.8)	144(815)	56(1820)	100(0.93)	106(1786.75)	106(1773.62)	64(1.34)
59(1987.5)	101(2560)	76(1.2)	119(0.8)	43(820)	50(1830)	101(0.95)	32(1806.69)	32(1781.54)	66(1.26)
84(1987.5)	132(2564.5)	88(1.2)	121(0.8)	22(840)	32(1832.5)	102(0.97)	56(1809.47)	116(1785.71)	7(1.19)
82(2000)	13(2600)	32(1.2)	9(0.81)	81(845)	81(1832.5)	106(0.98)	41(1811.96)	56(1799.01)	74(1.24)
101(2000)	86(2600)	57(1.21)	56(0.81)	83(875)	116(1862.5)	112(0.98)	116(1823.58)	41(1808.92)	81(1.24)
116(2000)	79(2617)	117(1.21)	8(0.82)	50(880)	76(1875)	114(0.99)	76(1844.93)	76(1815.53)	82(1.23)
85(2025)	90(2638.5)	106(1.23)	16(0.82)	64(890)	57(1880)	116(1.01)	57(1853.32)	57(1827.07)	83(1.39)
13(2087.5)	116(2695)	8(1.23)	136(0.84)	53(895)	90(1905)	117(1.02)	90(1868.65)	114(1832.8)	84(1.24)
86(2125)	65(2825)	124(1.24)	124(0.85)	61(915)	117(1905)	120(1.02)	117(1874.67)	90(1833.07)	89(1.31)
131(2150)	131(2844.5)	56(1.26)	137(0.86)	143(945)	114(1922.5)	124(1.03)	114(1876.98)	117(1844.86)	91(1.24)
65(2250)	82(2876)	41(1.32)	41(0.89)	127(955)	88(1957.5)	135(1.06)	88(1916.71)	88(1876.76)	95(1.33)

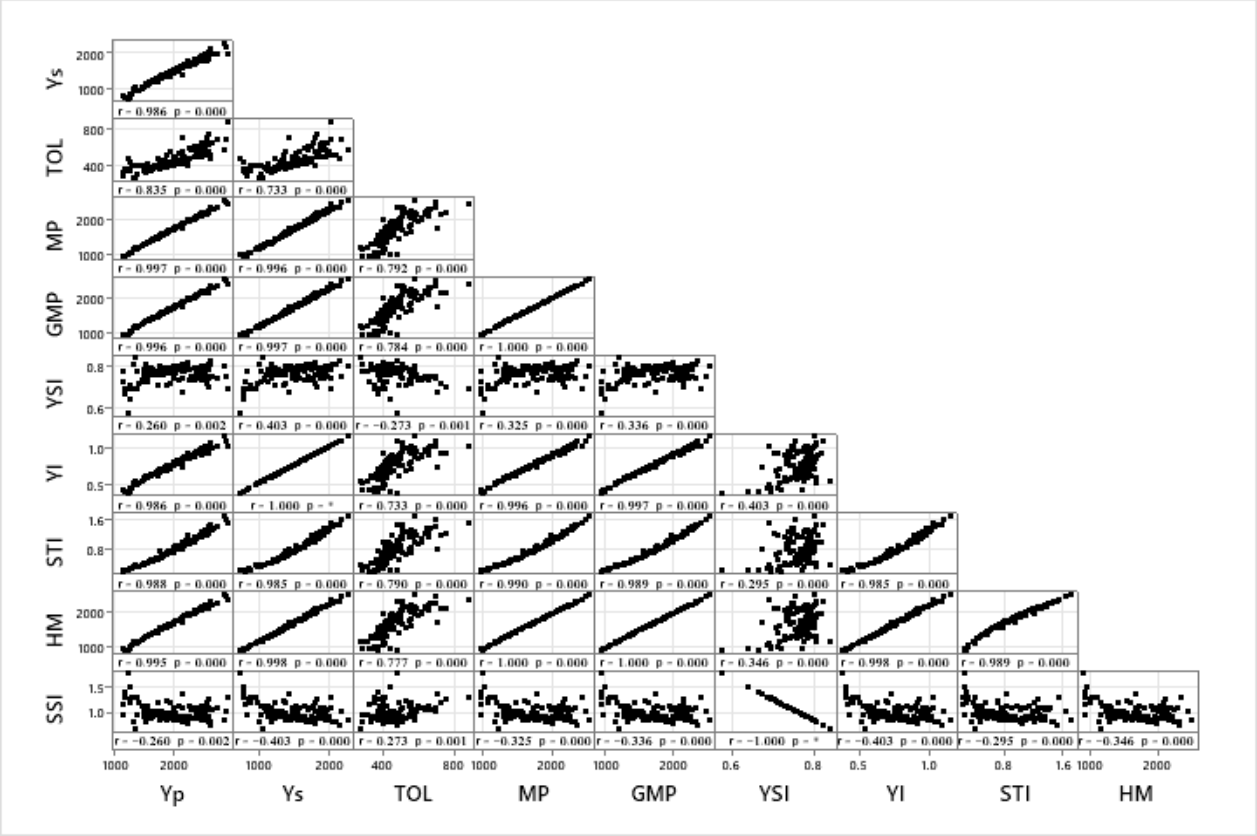
Yp، Ys، TOL، MP، GMP، YSI، YI، HM و SSI: به‌ترتیب نشان‌دهنده عملکرد در شرایط کم‌آبیاری، عملکرد در شرایط دیم، شاخص تحمل، شاخص بهره‌وری، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص پایداری عملکرد، شاخص عملکرد، میانگین هارمونیک و شاخص حساسیت به تنش هستند

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, YSI, YI, HM and SSI: Are yield in supplementary irrigation situation, yield in rainfed situation, Tolerance Index, Mean Production Index, Geometric Mean Productivity, yield stability index, Harmonic Mean and stress sensitivity index, respectively

جدول ۵: نتایج تجزیه به مؤلفه اصلی بر روی داده‌های شاخص‌های تحمل به تنش

Table 5: Principal component analysis results on stress tolerance indices data

مؤلفه دوم Second component	مؤلفه اول First component	شاخص Index	
0.27	0.03	YS	عملکرد در شرایط دیم
0.28	0.04	YP	عملکرد در شرایط کم‌آبیاری
-0.09	0.44	YI	شاخص عملکرد،
-0.49	0.20	YSI	شاخص پایداری عملکرد
0.54	-0.03	TOL	شاخص تحمل
0.18	0.42	MP	شاخص بهره‌وری
0.13	0.43	STI	شاخص تحمل پایداری
0.14	0.43	GMP	شاخص میانگین هندسی بهره‌وری
0.09	0.44	HM	میانگین هارمونیک
0.49	-0.20	SSI	شاخص حساسیت به تنش
3.110	5.085	Characteristic root	ریشه مشخصه
0.3111	0.5085	Variance	واریانس
0.8196	0.5085	Cumulative variance	واریانس تجمعی

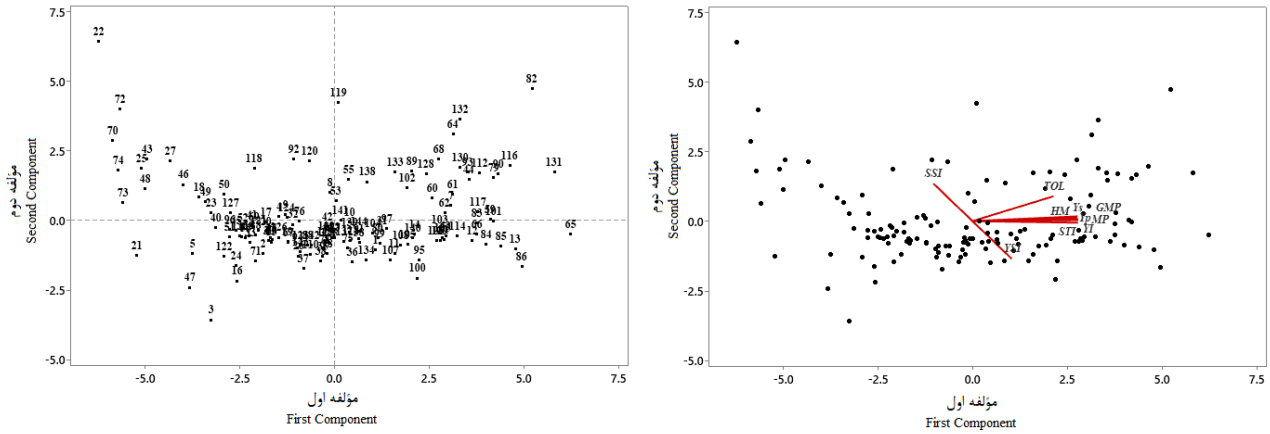


شکل ۲: هم‌بستگی شاخص‌های تحمل به تنش با عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی و دیم

Fig. 2: Correlation of stress tolerance indices with grain yield under supplementary and rain-fed irrigation conditions

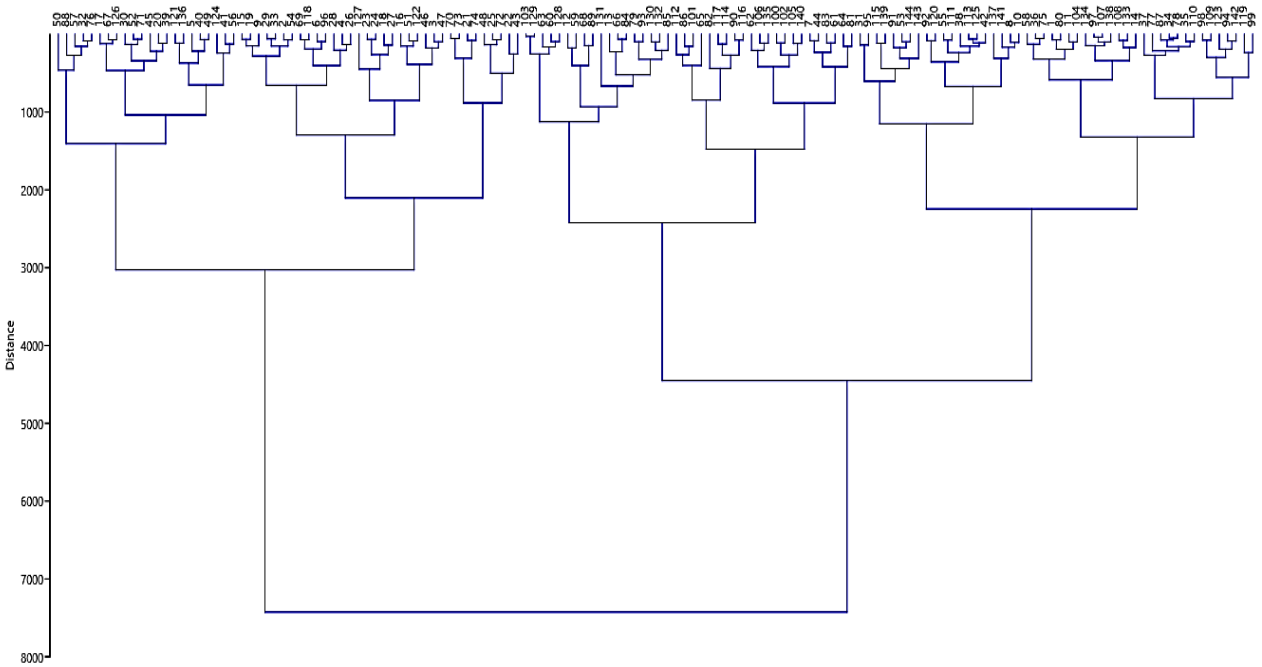
Yp، Ys، TOL، MP، GMP، YSI، YI، HM و SSI به ترتیب نشان‌دهنده عملکرد در شرایط کم‌آبیاری، عملکرد در شرایط دیم، شاخص تحمل، شاخص بهره‌وری، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص پایداری عملکرد، شاخص عملکرد، میانگین هارمونیک و شاخص حساسیت به تنش هستند

Yp, Ys, TOL, MP, GMP, YSI, YI, HM and SSI respectively are yield in supplementary irrigation situation, yield in rainfed situation, Tolerance Index, Mean Production Index, Geometric Mean Productivity, yield stability index, Harmonic Mean and stress sensitivity index



شکل ۳: نمایش شاخص‌های مقاومت به خشکی بر اساس دو مؤلفه اصلی در شرایط تنش و نرمال، گروه‌بندی ژنوتیپ‌های موردمطالعه با استفاده از دو مؤلفه اول حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر روی شاخص‌های تحمل به تنش

Fig. 3: Demonstration of drought resistance indices based on two main components in stress and normal conditions, grouping of studied genotypes using the first two components obtained from the analysis of principal components on stress tolerance indices



شکل ۴: دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس شاخص‌ها

Table 4: Dendrogram resulting from cluster analysis based on indices

نتیجه‌گیری

با توجه به این‌که کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک جهان واقع شده است لذا توجه به موضوع خشکی و خسارات ناشی از آن، بیش از پیش حائز اهمیت می‌باشد. استفاده از ارقام متحمل یکی از مهم‌ترین راه‌کارها جهت کاهش اثرات منفی تنش خشکی در محصولات استراتژیک نظیر گندم نان می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی از نظر تحمل به تنش کم‌آبی در ژرم‌پلاسم موردمطالعه وجود دارد و این امر امکان گزینش ژنوتیپ‌های مناسب را میسر می‌سازد.

در این پژوهش ژنوتیپ‌های ۸۲، ۱۰۱، ۱۱۶، ۱۳، ۸۶، ۱۳۱ و ۶۵ دارای بیش‌ترین عملکرد در هر دو شرایط محیطی بودند. شاخص‌های STI، MP، GMP و HM ژنوتیپ ۸۸ (Hashtrood) و شاخص‌های TOL، SSI و YSI ژنوتیپ ۴۱

(NJ8611//G.C.W1/SERI/3) را به‌عنوان ژنوتیپ متحمل شناسایی نمودند.

نتایج هم‌بستگی ساده بین شاخص‌های تحمل نشان داد که هم‌بستگی مثبت معنی‌دار بین شاخص‌ها وجود دارد که بر اساس مطالعات قبلی مؤید کنترل ژنتیکی و نیز وجود مکان‌های ژنومی مشترک در کنترل شاخص‌های تحمل موردمطالعه است. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از داده‌های مربوط به شاخص‌های تحمل آن‌ها را به دو مؤلفه با واریانس تجمعی ۹۹ درصد کاهش داد و پلات دوبعدی حاصل از دو مؤلفه نشان داد که ژنوتیپ‌هایی شناسایی شده به‌وسیله تک‌تک شاخص‌ها در این پلات نیز قبل شناسایی می‌باشند. از نتایج این تحقیق می‌توان برای گزینش والدین مناسب در برنامه‌های به‌نژادی گندم نان به‌منظور شناسایی نحوه کنترل ژنتیکی صفات و استفاده از پدیده هتروزیس و نیز شناسایی مکان‌های ژنی کنترل‌کننده صفات مختلف گندم نان در شرایط کم‌آبی استفاده نمود.

منابع

اقبالی، س.، اهری زاد، س، یارنیا، م. و خلیلی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی لاین‌های هاپلوئید مضاعف شده جو (*Hordeum vulgare* L) با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش کم‌آبی. ۱۰ (۱): ۱۵۰-۱۳۹.

آقایی سربرزه، م.، روستائی، م.، محمدی، ر.، حق پرست، ر. و رجبی، ر. ۱۳۸۸. شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در گندم نان. تولید گیاهان زراعی. ۲ (۱): ۲۳-۱.

بخشایشی قشلاق، م. و شکارچی زاده، م. ۱۳۹۴. ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش خشکی. پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی، ۷ (۱): ۵۹-۴۹.

زبرجدی، ع.، توکلی‌شادپی، س.، اطمینان، ع. و محمدی، ر. ۱۳۹۲. ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی. ۲۹ (۱): ۱۲-۱.

سلیمانی‌فرد، ع.، فصیحی، خ.، ناصری‌راد، ه. و ناصری، ر. ۱۳۸۹. ارزیابی شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۷ (۲): ۵۸-۳۹.

صادق‌زاده اهری، د. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم دوروم. مجله علـوم زراعـی ایـران. ۸ (۱): ۴۵-۳۰.

عبدالشاهی، ر.، امیدی، م.، طلایی، ا.ر. و یزدی صمدی، ب. ۱۳۸۹. ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم نان از لحاظ تحمل به خشکی. تولید گیاهان زراعی، ۳ (۱): ۱۷۱-۱۵۹.

فراهانی، ا. و ارزانی، ا. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم دوروم با تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره. تولید گیاهان زراعی، ۱ (۴): ۵۱-۶۴.

کریم‌زاده سورشجانی، ه.، امام، ی. و موری، س. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت به تنش در ارقام گندم نان و دوروم به تنش خشکی پس از گل‌دهی. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۳ (۱): ۱۶۲-۱۵۱.

متقی، م.، نجفیان، گ. و بی‌همتا، م. ۱۳۸۹. مقایسه کار آیی روشهای آماری چند متغیره و روش گزینش دو مرحله‌ای ژنوتیپ‌های گندم با ظرفیت عملکرد مطلوب و متحمل به تنش کم‌آبی. دوفصلنامه علوم زراعی. ۲ (۱): ۵۹-۳۹.

نورمند موید، ف.، رستمی، م. و قنادها، م. ۱۳۸۰. بررسی صفات مرفوفیزیولوژیکی گندم نان و رابطه آن‌ها با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲(۴): ۱۷۱-۱۶۲.

Akcura, M., Partigoc, F. and Kaya, Y. 2011. Evaluating of drought stress tolerance in Turkish bread wheat landraces. The Journal of Animal and Plant Science, 21: 700-709.

Ali, M. B. and El-Sadek, A. N. 2016. Evaluation of drought tolerance indices for wheat (*Triticum aestivum* L.) under irrigated and rainfed conditions. Communications in Biometry and Crop Science, 11: 77-89.

Azizi-Chakherchaman, S. H., Kazemi-Arbat, H., Yarnia, M., Mostafaeih, D., Hassanpanah Dadashi, M. R. and Easazadeh, R. 2008. Study on relations between relative water content, cell membrane stability and duration of growth period with grain yield of lentil genotypes under drought stress and non-stress conditions. International Meeting on Soil Fertility Land Management and Agroclimatology, Turkey, pp. 749-755.

Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press, Boca Raton, FL, PP: 38-78.

Bouslama, M. and Schapaugh, W. T. 1984. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop Science, 24: 933-937.

Dadbakhsh, A. R. and Yazdan Sepas, A. 2011. Evaluation of drought tolerance indices for screening bread wheat genotypes in end-season drought stress conditions. Advances in Environmental Biology, 5: 1040-1045.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of a Symposium, Taiwan, 257p.

Fischer, R. and Maurer, R. 1987. Drought resistant in spring wheat cultivars. I: grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 97-895.

Golabadi, M., Arzani, A. and Mirmohammadi Maibody, S. A. M. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. African Journal of Agricultural Research, 1: 162-171.

Rosielle, A. A. and Hamblin, I. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Science, 21: 43-46.

Shahryari, R., Gurbanov, E., Gadimov, A. and Hassanpanah, D. 2008. Tolerance of 42 bread wheat genotypes to drought stress after anthesis. Pakistan Journal of Biological Science, 11: 1330-1335.

Shanazari, M., Golkar, P. and Mirmohammady Maibody, A. M. 2018. Effects of drought stress on some agronomic and bio-physiological traits of Trititicum aestivum, Triticale, and Tritipyrum genotypes. Archives of Agronomy and Soil Science, 64 (14): 2005-2018.

Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Research, 98: 222-229.

Trethowan, R. M. and Reynolds, M. 2007. Drought Resistance: Genetic Approaches for Improving Productivity under Stress. In: Buck, H. R. et al. (eds): Wheat Production in Stressed Environments. Springer Publishing the Netherlands, 289p.

Trethowan, R. M., Van Ginkel, M. and Rajaram, S. 2002. Progress in breeding wheat for yield and adaptation in global drought affected environments. Crop Science, 42: 1441-1446.

Evaluation of Bread Wheat Germplasm and Identification of Water Deficit Tolerant Genotypes in Rain-Fed Conditions of Zanjan Region

Nazari[1*], H., Rostaii[2], M., Hatami Maleki[3], H. and Eshraghi-Nejad[4], M.,

Abstract

In order to evaluate the tolerance to water deficit stress in bread wheat genotypes, 144 genotypes in square lattice with two replications and in two modes of supplementary and water deficit irrigation were evaluated in the rainfed research station of Zanjan Agricultural Research Center during the 2016-2017 crop year. Based on grain yield under supplementary and water deficit irrigation conditions, different stress tolerance indices were measured. The results of analysis of variance showed the existence of genetic diversity between the studied genotypes based on water stress tolerance indices. Comparison of mean genotypes in terms of yield in supplementary and water deficit irrigation conditions showed that 82, 101, 116, 13, 86, 131 and 65 have the highest yield in both environmental conditions. Based on STI, MP, GMP and HM indices, G88 and based on TOL, SSI and YSI indices, G41 genotype were identified as tolerant genotypes. Apart from SSI and YSI indices, other studied indices had a significant correlation with environmental performance and therefore can be used effectively to select cultivars tolerant to drought stress. Using bi-plot diagrams obtained from analysis to the main components, genotype tolerance indices were divided into two separate groups. The genotypes identified by STI, MP, GMP and HM indices were grouped and the genotypes identified by TOL, SSI and YSI indices were placed in a separate group. The genotypes identified in this study can be used in future breeding programs of bread wheat to tolerate water deficit stress in the region.

Keywords: Grain Yield, Tolerance indices, Biplot

1. Assistant Professor, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Zanjan, Iran
2. Assistant Professor, Dry Land Agricultural Research Institute (DARI), Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Iran
3. Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran
4. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Southern Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran
※: Corresponding author Email: Nazary28@gmail.com