دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی خصوصیات زراعی، فیزیولوژیکی و میزان تحمل خشکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های اصلاحی گندم دوروم

فیروز شیروانی[۱]، ماشاالله دانشور[۲]، رضا محمدی[۳] و احمد اسماعیلی[٤]

۱- دانشجوی دکتری زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران
۲ و ۴- استادیار و استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران
۳- دانشیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
(نویسنده مسوول: r.mohammadi@areeo.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۳۰
صفحه: ۱۱۷ تا ۱۳۵

چکیده

به‌منظور بررسی ویژگی‌های زراعی، فیزیولوژیکی و میزان تحمل خشکی و شناسایی صفات آگرو-فیزیولوژیک مرتبط با تنش خشکی، ۱۹ ژنوتیپ گندم دوروم شامل ۱۷ لاین اصلاحی پیشرفته به‌همراه دو رقم شاهد (ساجی و ذهاب) در آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط جداگانه تنش (دیم) و بدون تنش (آبیاری تکمیلی) در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹٦ در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور (ایستگاه سرارود) مورد بررسی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه، صفات آگرو-فیزیولوژیک و برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی مبتنی بر عملکرد دانه از قبیل شاخص تحمل تنش (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، متوسط بهره‌وری (MP)، شاخص پایداری عملکرد (YSI)، شاخص حساسیت به تنش(SSI) و شاخص تحمل (TOL) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین، اختلاف آماری معنی‌داری از لحاظ برخی صفات مطالعه شده بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی وجود داشت. ژنوتیپ‌های URRACA، BERKMEN//68.111/WARD و ...//ALTAR84/STINT دارای بیشترین میانگین عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بودند. بر اساس نتایج تجزیه گرافیکی بای‌پلات ژنوتیپ در صفت، همبستگی بین صفات مورد بررسی با عملکرد دانه در دو شرایط رطوبتی، متفاوت بود که بیانگر تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و نقش سایر صفات مورد بررسی در تعیین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. عملکرد دانه در شرایط تنش با صفات طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، دوره پر شدن دانه، عملکرد زیست توده و تعداد روز تا گلدهی و در شرایط بدون تنش با صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت همبستگی مثبت نشان داد. ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی نشان داد که شاخص‌های STI، GMP و MP با عملکرد دانه در هر دو شرایط رطوبتی همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند، لذا انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص‌ها منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر در هر دو شرایط تنش و غیر تنش می‌گردد. بر اساس نتایج حاصل، ژنوتیپ شماره ۱۲ با بیشترین میزان شاخص تحمل خشکی دارای بیشترین میزان عملکرد در هر دو شرایط رطوبتی بود، بدین صورت که در شرایط دیم این ژنوتیپ ۳۹/۸ درصد نسبت به شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) افزایش عملکرد نشان داد که معادل ۱٤۲۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد و در شرایط آبیاری تکمیلی ۱۵ درصد نسبت به شاهد برتر آزمایش (رقم ساجی) افزایش عملکرد داشت که معادل ۸۳٤ کیلوگرم در هکتار بود. این ژنوتیپ بر اساس نمایش بای‌پلات ژنوتیپ در صفت دارای بیشترین عملکرد، زودرسی متوسط، بیشترین طول دوره پر شدن دانه، کمترین تبادل روزنه‌ای و دمای کانوپی و بیشترین عملکرد کوانتوم، طول سنبله و عملکرد زیست توده بود. این ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی باعث افزایش میزان تحمل خشکی در این ژنوتیپ گردیده است که لازم است در برنامه اصلاحی گندم دوروم مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، شاخص‌های تحمل‌خشکی، صفات آگرو-فیزیولوژیک، عملکرد دانه، گندم دوروم

مقدمه

آمار هشداردهنده افزایش جمعیت و انتظار جمعیتی بیش از هشت میلیارد نفر در دنیا تا پایان سال ۲۰۳۰ و توجه به تقاضای این جمعیت تنها از بعد تغذیه می‌تواند بسیار قابل تامل باشد (۴۸). از ۱۵ گونه گیاهی که تشکیل‌دهنده غذای انسان در جهان امروز می‌باشند، گیاهان خانواده غلات تامین‌کننده ۷۰ درصد تغذیه امروز انسان بوده است. بدون شک گندم به‌عنوان مهم‌ترین منبع غذایی برای تغذیه انسان به‌حساب می‌آید (۲۴). طبق آمارهای ارائه شده در دهه‌های گذشته، بالا بودن تقاضا برای مصرف مواد غذایی و کمبود منابع آبیاری تکمیلی منجر به چالشی چشم‌گیر در مسئله امنیت غذایی دنیا شده است (۵۴). بزرگترین مانع محدودکننده عملکرد کمّی و کیفی در بسیاری از گونه‌های زراعی، در دسترس نبودن منابع آبیاری تکمیلی قابل استفاده در طول دوره رشد گیاه و به‌ویژه در مراحل بحرانی فصل رشد می‌باشد (۲۹). خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران می‌باشد و به‌عنوان یک تنش چندبعدی گیاهان را در سطوح مختلف تحت تاثیر قرار می‌دهد (۴۰). بخش بسیار وسیعی از اراضی زیر کشت گندم در جهان و ایران در مناطق خشک و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

نیمه‌خشک قرار گرفته است و در این مناطق به سبب کمبود آب و در نتیجه حادث‌شدن تنش خشکی در محیط رشد گندم عملکرد این گیاه زراعی به شکل قابل توجهی کاهش می‌یابد (۴۵). شدت کمبود آب در خاک به‌طور معمول برای محصول گندم دیم بیشتر است. با این حال تغییر الگوهای آب و هوایی و کمبود آب در سراسر جهان سبب شده است که گندم با کاهش آب مورد استفاده به‌علت کاهش رطوبت خاک مواجه گردد (۴۱).

گندم دوروم (*Triticum turgidum* L. var. durum) دومین گونه زراعی مهم گندم می‌باشد. توسعه صنایع غذایی و تبدیلی در کشور به‌ویژه صنعت تولید ماکارونی به‌دلیل روند رو به رشد جمعیت کشور و همچنین افزایش تقاضا در مصرف ماکارونی با تغییر ذائقه غذایی مردم به‌ویژه جوانان و نیاز مبرم به افزایش مواد اولیه مورد نیاز این صنعت، ضرورت افزایش تولید گندم دوروم را در کشور آشکار می‌سازد. هر ساله سطحی حدوداً معادل ۶/۶ میلیون هکتار زیر کشت گندم قرار دارد که از این میزان مقدار ۴۰۰-۳۰۰ هزار هکتار آن متعلق به گندم دوروم است. گندم دوروم در محیط‌های دارای تنش که در معرض تغییرات شدید آب و هوایی در طی فصل رشد می‌باشند کشت و کار می‌گردد. وقوع تنش خشکی بعد از گلدهی در گندم اثرات مخرب شدیدی بر فرآیند پر شدن دانه و اندازه دانه به‌دلیل کاهش در میزان تجمع ماده خشک دانه دارد، چرا که در این زمان تعداد دانه‌ها تعیین شده‌اند (۱۲). تغییرات اقلیمی از طریق افزایش فراوانی تنش‌های زنده و غیر زنده اثرات نامطلوبی را بر تولیدات کشاورزی وارد نموده، منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا از مناطق اصلی تأثیر پذیرفته از اثرات منفی تنش‌های گرما و خشک‌سالی به‌حساب می‌آیند به گونه‌ای که سهم ۷۰ درصدی دیم بخش کشاورزی این مناطق به‌مقدار زیادی از اثرات مخرب تغییر اقلیم زیان دیده است، در این بین بخش کشاورزی کشورمان نیز از این باب در امان نبوده و پدیده مذکور با ایجاد تغییر در میزان و زمان بارش، درجه حرارت و دی‌اکسیدکربن صدمات فراوانی را به بخش مذکور وارد نموده است (۲۵). تاکنون روش‌های مختلفی برای ارزیابی واکنش گیاهان زراعی نسبت به انواع تنش‌ها ابداع شده و مورد استفاده به‌نژادگران قرار گرفته و شاخص‌های مختلفی برای تشریح رفتار یک ژنوتیپ معین تحت شرایط تنش و غیر تنش پیشنهاد شده است. شاخص انتخاب مناسب نیز شاخصی است که ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا را در هر دو شرایط تنش و غیر تنش از سایر ژنوتیپ‌ها جداسازی کند (۱۵). شاخص حساسیت به تنش (SSI=Stress Susceptibility Index) توسط فیشر و مورر (۱۶)، شاخص تحمل (TOL=Tolerance) و شاخص بهره‌وری متوسط (MP=Mean Productivity) که به ترتیب معادل اختلاف عملکرد محیط تنش و بدون تنش و میانگین عملکرد در دو محیط است توسط روسیل و هامبلین (۴۴)، شاخص تحمل تنش (STI=Stress Tolerance Index) به‌عنوان معیاری برای گزینش ارقام متحمل به تنش خشکی توسط فرناندز (۱۵)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP=Genomic Mean Productivity) توسط فرناندز (۱۵) برای ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی و شاخص پایداری عملکرد (YSI=Yield Stability Index) توسط بوسلاما و شاپاک (۸) پیشنهاد شدند. شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب بر اساس عملکرد دانه و سایر شاخص‌های زراعی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و سایر معیارهای انتخاب از اهداف مهم به‌نژادی است. بنابراین شناسایی صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه می‌تواند نقش مؤثری در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر داشته باشد. برای شناسایی چنین صفاتی روش‌های آماری مختلفی از قبیل تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون ، تجزیه علیت و غیره وجود دارد که در یک نقص کلی با هم مشترک هستند و آن این است که این روش‌های آماری قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب از لحاظ مجموعه‌ای از صفات نمی‌باشند (۲۷). اما روش‌های مبتنی بر بای‌پلات از جمله مدل بای‌پلات ژنوتیپ در صفت (GT-biplot) که توسط یان و راجکن (۵۱) معرفی گردید می‌تواند در ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب در داده‌های دو طرفه ژنوتیپ در صفت مفید باشد. با استفاده از این روش می‌توان به‌صورت گرافیکی روابط بین صفات مورد بررسی و پروفایل خصوصیات زراعی و فیزیولوزیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی را شناسایی نمود (۲۷). رحمتی و همکاران (۴۰) در ارزیابی تحمل به خشکی ۱۰ ژنوتیپ گندم دوروم اظهار داشتند که بیشترین عملکرد دانه در دو شرایط تنش و بدون تنش مربوط به ژنوتیپ شماره ۱ (Omrab3) بود پس می‌توان گفت هر چه عملکرد رقم در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بیشتر باشد آن رقم به تنش خشکی تحمل بیشتری دارد و همچنین در این تحقیق نتایج ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها نشانگر آن بود که شاخص‌های MP، GMP و STI دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد با عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش بودند، ضمناً بین خود شاخص‌های مذکور نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت پس می‌توان گفت که این شاخص‌ها بهترین شاخص‌ها برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ برتر می‌باشند (۴۰). رحمتی و همکاران (۴۰) همچنین ابراز داشتند که ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۹ و ۱۰ دارای کمترین مقدار شاخص‌های SSI و TOL بودند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناخته شدند، ژنوتیپ‌ها با مقادیر کم TOL عملکردشان در محیط تنش و بدون تنش اختلاف چندانی ندارد و ارقام با SSI بالا به‌دلیل حساسیت به تنش، دارای عملکرد کم در این محیط هستند. انتخاب ژنوتیپ بر اساس شاخص TOL منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در محیط بدون تنش دارای عملکرد و میانگین بهره‌وری پایینی هستند لذا انتخاب براساس این شاخص به‌تنهایی نمی‌تواند منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا شود. انتخاب براساس شاخص SSI به‌تنهایی نیز سبب انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که متحمل به تنش هستند ولی پتانسیل عملکردشان در محیط تنش پایین است لذا این شاخص نیز قادر به تشخیص ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

تنش و غیر تنش نیست. با توجه به نتایج حاصله از بیشتر مطالعات انجام شده بر روی گندم، ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی دارای بیشترین مقادیر شاخص‌های GMP، MP و STI بوده و به لحاظ شاخص‌های SSI و TOL مقادیر کمی دارند. محمدی و همکاران (۲۵) در بررسی عملکرد و ویژگی‌های زراعی- فیزیولوژیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم نان اظهار داشتند که صفت شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی با عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد، با وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال پنج درصد همبستگی مثبت و معنی‌دار و با دمای کانوپی همبستگی منفی و معنی‌داری را در سطح احتمال پنج درصد مشاهده نمودند، همچنین عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با صفت روز تا گلدهی و همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد را با صفت تعداد دانه در سنبله نشان داد. محمدی و همکاران (۲۷) همچنین ابراز داشتند که ژنوتیپ‌هایی با شاخص پوشش گیاهی بیشتر دارای عملکرد دانه، وزن هزاردانه و تعداد دانه درسنبله بیشتری بوده ضمن این اینکه کانوپی خنک‌تری نیز دارند. بنابراین استفاده از این صفت به‌عنوان شاخص انتخاب در ارزیابی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. محمدی و همکاران (۲۷) همچنین خاطرنشان نمودند که وجود ارتباط مثبت بین صفت شاخص پوشش گیاهی در گندم با صفات مهمی همچون عملکرد دانه و صفات مرتبط با تحمل خشکی توسط بسیاری از محققین دیگر نیز گزارش شده است. نقدی‌پور و همکاران (۳۲) در مطالعه خود بر گندم دوروم همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته گزارش نمودند. در مطالعه ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط دیم صفت ارتفاع بوته با تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (۴۶). چالیش و هوشمند (۹) در مطالعه انجام شده بر روی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم دوروم ابراز داشتند که صفات شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته دارای بالاترین میزان همبستگی مثبت با عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها است. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی عملکرد دانه و ویژگی‌های آگرو- فیزیولوژیکی و میزان تحمل خشکی در ژنوتیپ‌های اصلاحی گندم دوروم تحت شرایط مختلف رطوبتی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۹ ژنوتیپ گندم دوروم (جدول ۱) شامل ۱۷ لاین اصلاحی امید بخش و دو رقم شاهد گندم دوروم (ساجی و ذهاب) در دو شرایط تنش (دیم) و بدون تنش (آبیاری تکمیلی) در سال زراعی ۹۷- ۱۳۹۶در مزرعه تحقیقاتی معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور- ایستگاه سرارود کرمانشاه می‌باشد. ایستگاه سرارود با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۳۵۱/۶ متر از سطح دریا دارای متوسط بارندگی سالیانه ۴۴۵ میلی‌متر، بافت خاک سیلتی- لومی و دارای شرایط آب و هوایی معتدل سرد می‌باشد. آزمایش آبیاری تکمیلی در سایت بدون تنش در زمان بروز تنش‌خشکی آخر فصل (مراحل گلدهی تا رسیدن) در دو نوبت و هر نوبت به‌میزان ۳۰ میلی‌متر به‌روش بارانی و با فاصله ۱۴ روز انجام شد (۲۳). در هر یک از دو شرایط رطوبتی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. هر ژنوتیپ در کرت‌هایی شامل شش خط کشت به طول شش متر و فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و فاصله کرت ۴۰ سانتی‌متر با استفاده از ماشین کاشت آزمایشی وینتراشتاینگر کشت گردید. کشت در زمینی که سال قبل آیش بوده و روی آن عملیات آماده‌سازی انجام شده بود، صورت گرفت. فرمول کودی مورد استفاده با توجه به آنالیز خاک مزرعه تحقیقاتی ایستگاه سرارود N45P45 که برابر با میزان ۵۰ کیلوگرم کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفات‌آمونیم‌تریپل در هکتار بود که هم‌زمان با کاشت بذر استفاده گردید. صفات مورد بررسی در هر آزمایش شامل سرعت رشد نسبی اولیه (GR) (۱۸)، تعداد روز تا چکمه‌ای‌شدن (DB)، تعداد روز تا گلدهی (DH)، تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک (DM)، ارتفاع بوته (PH)، طول سنبله (SL)، طول پدانکل (PL)، طول پدانکل خارجی (PE)، طول برگ پرچم (FL)، محتوای نسبی آب برگ (RWC) (۶)، میزان آب نسبی از دست‌رفته برگ (RWL) (۵۳)، عملکرد کوانتوم فتوسیستم II (Fv/Fm) (۴۳)، محتوای نسبی کلروفیل (SPAD) (۱۹)، دمای کانوپی (CT) (۳۷)، شاخص نرمال‌شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI) (۳۷)، وزن هزار دانه (TKW)، تعداد سنبله در متر مربع (NS)، تعداد دانه در سنبله (NGPS)، عملکرد زیست توده (BY)، عملکرد کاه (SY)، عملکرد دانه (GY) و شاخص برداشت (GY) بودند. دمای کانوپی با دستگاه مادون قرمز (Kimo KIRAY 100, UK) (۳۷)، SPAD با کلروفیل متر (Minolta Co. Ltd., Tokyo, Japan) (۱۹)، NDVI با دستگاه گرین‌سیکر (Trimble Greenseeker, USA) (۳۷) و عملکرد کوانتوم با دستگاه فلوریمتر (Hansatech instrument, JH BIO, India) (۴۳) در مرحله گرده‌افشانی اندازه‌گیری شدند. به‌منظور بررسی میزان تحمل خشکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی برخی از شاخص‌های مقاومت به خشکی با استفاده از عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) بر اساس روابط ۱ تا ۶ به‌ترتیب شاخص تحمل به تنش (۱۵)، شاخص بهره‌وری متوسط (۴۴)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (۱۵)، شاخص تحمل (۴۳)، شاخص حساسیت به تنش (۱۶) و شاخص پایداری عملکرد (۸) محاسبه شدند.

$$STI = [(Y_p)(Y_s)]/(\bar{Y}_p)^2 \quad (۱۵)$$ (رابطه ۱)

$$MP = (Y_s + Y_p)/2$$ (رابطه ۲)

$$GMP = \sqrt{(Y_S) \times (Y_P)}$$ (رابطه ۳)

$$TOL = Y_p - Y_s$$ (رابطه ۴)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

$$SSI = [1 - (Y_s)/(Y_p)]/SI \quad SI=\overline{Y}_s/\overline{Y}_p$$ (رابطه ۵)

$$YSI=Ys/Yp$$ (رابطه ۶)

در روابط بالا، Yp: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط بدون تنش، Ys: عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش، Yp: میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش، Ys: میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می‌باشد.

مراحل تجزیه آماری شامل بررسی نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین به‌روش دانکن، تجزیه همبستگی و تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ در صفت بود. از مدل بای‌پلات ژنوتیپ در صفت (GT-biplot) برای ارزیابی خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی و مطالعه همبستگی بین صفات مورد بررسی استفاده گردید. در نمایش برداری تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ × صفت زاویه بین بردارهای صفات نشان‌دهنده میزان همبستگی بین صفات می‌باشد بدین صورت که ایجاد زاویه حاده بین صفات نشانه وجود همبستگی مثبت، زاویه منفرجه همبستگی منفی و زاویه قائمه عدم وجود همبستگی را نشان می‌دهد. همچنین طول بردار صفات نیز بیانگر میزان تنوع ژنوتیپ‌ها از نظر صفت مربوطه می‌باشد، بدین معنا که طول بلندتر بردار نشان دهنده تنوع بیشتر ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفت مذکور بوده و طول کمتر نشانگر تنوع ژنوتیپی کمتر است (۵۰). برای تجزیه داده‌ها از برنامه‌های آماری، MSTAT-C، SPSS(ver: 21) و GEA-R (۳۶) استفاده شد.

جدول ۱- کد، نام/پدیگری و منشاء ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Table 1. Code, name/pedigree and origin of tested genotypes

Code	Genotype	Origin
G1	Saji	Iran
G2	Zahab	Iran
G3	Icasyr1/3/Gcn//Stj/Mrb3	ICARDA
G4	IcamorTA042/4/Bcr/Lks4/3/Altar84/Stn//Lahn/5/Beltagy2/6/Ossl1/Stj5/5/Bicrederaa1/4/ BezaizSHF//SD19539/Waha/3/Stj/Mrb3	ICARDA
G5	Mgnl3/Ainzen1/3/Bcr/Gro1//Mgnl1	ICARDA
G6	Azeghar2	ICARDA
G7	BERKMEN//68.111/WARD	IDGB
G8	RICCYA/BERKMEN//GDOVZ381/KOBAK4636-1	IDGB
G9	RICCYA/BERKMEN//GDOVZ381/KOBAK4636-2	IDGB
G10	COCORIT C71/BERKMEN	IDGB
G11	237.4.13.3	IDGB
G12	URRACA	IDGB
G13	ALTAR 84	CIMMYT
G14	GUAYACANINIA/2*SNITAN/3/SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2	CIMMYT
G15	ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/ GUANAY/4/ GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_ 4/INTER_8/6/SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2-1	CIMMYT
G16	ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YAV_10/ AUK/5/SOMAT_4/ INTER_8/6/SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2-2	CIMMYT
G17	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/ SILK_3/DIPPER_6 /3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/ PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3	CIMMYT
G18	SINCHI/3/PF70354/ALD//MES/4/PATKA_7/YAZI_1/5/2*PATKA_7/YAZI_1/6/ADAMAR_15// ALBIA_1/ALTAR 84/3/ SNITAN/7/ALBIA_1/ALTAR 84 //RCOL/3/PLATA_6/GREEN_17/8/ SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/ PLATA_7/ILBOR_1//SOMAT_3	CIMMYT
G19	ATIL/BAIRDS	CIMMYT

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات آگروفیزیولوژیک و همچنین مقایسه میانگین صفات به‌روش دانکن در دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی به‌ترتیب در جداول ۲، ۳، ۴ و ۵ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده اختلاف آماری معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات: وزن هزار دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، محتوای نسبی کلروفیل، شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی، عملکرد کوانتوم فتوسیستم II، هدایت روزنه‌ای، تعداد روز تا چکمه‌ای‌شدن، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، طول دوره رسیدگی، ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول برگ پرچم، طول پدانکل خارجی و طول سنبله در دو شرایط دیم و آبیاری تکمیلی وجود داشت. در شرایط دیم از لحاظ وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های شماره : ۷، ۲ (شاهد ذهاب)، ۴، و ۶ به‌ترتیب دارای بیشترین مقدار بودند که با شاهد برتر (رقم ذهاب) اختلاف معنی‌داری نداشتند و کمترین میزان وزن هزار دانه مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۱ (شاهد ساجی)، ۱۸ و ۱۴ بود که با شاهد برتر اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند و در کلاس پایین‌تر قرار گرفتند و از لحاظ صفت تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌های شماره ۱۸، ۱۲، ۱۶ و شاهد ساجی بیشترین مقدار صفت را به خود اختصاص دادند و ژنوتیپ‌های شماره ۱۹، ۳، ۱۶ و ۱۲ بیشترین مقدار شاخص برداشت را دارا بودند و در سطح احتمال یک درصد ژنوتیپ‌های ۱۹ و ۳ اختلاف بسیار معنی‌داری با شاهد برتر (رقم ذهاب) داشتند. از لحاظ صفت محتوای نسبی کلروفیل ژنوتیپ‌های شماره: ۱۹، ۱(رقم ساجی)، ۱۰ و ۵ به ترتیب بیشترین مقدار صفت را دارا بودند و از لحاظ صفت عملکرد کوانتوم فتوسیستم II ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۶، ۱۹، ۱۰ و ۱(رقم ساجی) به‌ترتیب بیشترین مقدار صفت را به خود اختصاص دادند. از لحاظ صفت هدایت روزنه‌ای ژنوتیپ‌های شماره ۱(رقم ساجی)، ۲(رقم ذهاب)، ۵ و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

۶ به‌ترتیب بیشترین مقدار صفت را داشتند و به لحاظ آماری با شاهد برتر آزمایش (رقم ساجی) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری از خود نشان دادند و در کلاسی پایین‌تر از کلاس شاهد برتر (رقم ساجی) قرار گرفتند. از لحاظ صفت تعداد روز تا چکمه‌ای‌شدن ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۱، ۱۶ و ۸ به‌ترتیب بیشترین طول دوره را داشتند و به لحاظ آماری با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری از خود نشان دادند و در کلاسی بالاتر از شاهد جای گرفتند. از لحاظ صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۱، ۸ و ۹ به‌ترتیب بیشترین طول دوره را داشتند و در سطح احتمال یک درصد با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند و همچنین از لحاظ صفت طول دوره رسیدگی ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۱۲، ۱۸ و ۸ به ترتیب دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند و در سطح احتمال یک درصد با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) اختلاف بسیار معنی‌داری از خود نشان دادند. از لحاظ صفات مورفولوژیکی مانند صفات مربوط به قامت گیاه در شرایط تنش خشکی نتایجی بدین شرح حاصل شد: از لحاظ صفت ارتفاع بوته ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۲(شاهد ذهاب)، ۱۲ و ۴ به ترتیب بلندترین ژنوتیپ‌ها بودند که از این بین ژنوتیپ شماره ۱۱ با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری از خود نشان داد و در کلاسی بالاتر از شاهد جای گرفت و از لحاظ صفت طول سنبله ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۱۲، ۱۹ و ۱۵ به‌ترتیب بیشترین طول سنبله را داشتند که از بین آنها ژنوتیپ شماره ۱۷ با شاهد برتر آزمایش (رقم ساجی) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری داشت. ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۴، ۱۲ و ۲ (شاهد ذهاب) دارای بیشترین طول پدانکل بودند و از این میان ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ و ۴ با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) اختلاف بسیار معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد از خود نشان دادند. از لحاظ صفت طول پدانکل خارجی ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۴، ۹ و ۲ (شاهد ذهاب) به‌ترتیب بیشترین مقدار صفت را به‌خود اختصاص دادند و به لحاظ آماری ژنوتیپ‌های شماره ۱۱ و ۴ با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از خود نشان دادند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۱۰، ۳ و ۱۸ به‌ترتیب بیشترین طول برگ پرچم را داشتند و با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری از خود بروز دادند. در شرایط بدون تنش (آبیاری تکمیلی) ژنوتیپ‌های شماره: ۳، ۶، ۲ (رقم ذهاب- شاهدبرتر) و ۹ به‌ترتیب دارای بیشترین میزان وزن هزار دانه بودند و ژنوتیپ‌های شماره: ۱۶، ۱۳، ۱۲ و ۱۸ به لحاظ صفت تعداد دانه در سنبله بیشترین مقدار را داشتند و به لحاظ آماری ژنوتیپ شماره ۱۶ در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری با شاهد برتر آزمایش (رقم ساجی) از خود نشان داد و در کلاسی بالاتر نسبت به شاهد برتر قرار گرفت. از نظر صفت تعداد سنبله در مترمربع ژنوتیپ‌های شماره ۱ (شاهد ساجی)، ۱۴، ۶ و ۱۷ به‌ترتیب بیشترین مقدار صفت را به خود اختصاص دادند. از نظر صفت شاخص پوشش گیاهی ژنوتیپ‌های شماره ۱۵، ۸، ۹ و ۲ (رقم ذهاب-شاهدبرتر) به‌ترتیب بیشترین مقدار صفت را دارا بودند و از لحاظ صفت محتوای نسبی کلروفیل ژنوتیپ‌های شماره ۱۹، ۱(رقم ساجی)، ۱۰ و ۵ بیشترین مقدار صفت را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ‌های شماره: ۱۲، ۱(شاهدساجی-برتر)، ۱۹، و ۳ بیشترین هدایت روزنه‌ای را داشتند و از لحاظ صفت عملکرد کوانتوم فتوسیستم II ژنوتیپ‌های شماره ۱(شاهدساجی- شاهدبرتر)، ۳، ۷ و ۴ دارای بیشترین مقدار بودند. از لحاظ صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۱، ۸ و ۹ دارای بیشترین طول دوره تا رسیدن به مرحله ۵۰ درصد گلدهی بودند و ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۱، ۸ و ۹ از لحاظ صفت طول دوره رسیدگی به‌ترتیب دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند و به لحاظ آماری با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند. بلندترین ارتفاع بوته به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۸، ۱۵ و ۱۲ بود که با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۱۹، ۱۲ و ۱۳ دارای بیشترین طول سنبله بودند و به لحاظ این صفت با شاهد برتر آزمایش (رقم ساجی) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری از خود نشان دادند. از لحاظ صفت طول پدانکل ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۴، ۵ و ۸ به‌ترتیب بیشترین مقدار صفت را به‌خود اختصاص دادند و در سطح احتمال یک درصد با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۴، ۸ و ۵ دارای بیشترین طول پدانکل خارجی بودند و در سطح احتمال یک درصد با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) اختلاف بسیار معنی‌داری از خود نشان دادند. از لحاظ صفت طول برگ پرچم ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۷، ۱۲ و ۱۹ به‌ترتیب بیشترین مقدار صفت را به خود اختصاص دادند و به لحاظ آماری با شاهد برتر آزمایش (رقم ذهاب) در سطح احتمال یک درصد اختلاف بسیار معنی‌داری داشتند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

جدول ۲- میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در شرایط دیم در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 2. Mean squares of studied traits under rainfed ccondition in 2017-18 cropping season

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات													
		GR	DB	DH	RWL	RWC	CT	NDVI	SPAD	Fv/Fm	PH	SL	PL	PE	FL
بلوک	۲	۰/۴۶۳	۱/۱۷۵	۱/۰۷	۰/۰۳۱	۸۲/۸۱*	۲۹/۹۸۶	۰/۰۱۲	۰/۰۷۹	۰/۰۰۱**	۸/۲۲۸	۰/۶۴۹*	۴/۷۸۹**	۲/۷۳۷**	۲/۱۷۵*
ژنوتیپ	۱۸	۰/۶۸۶	۴۲/۲۳**	۳۷/۸۱۱**	۰/۲۵۱	۲۴/۹۳۱	۸/۴۸۶	۰/۰۰۴	۴۳/۶۸۷**	۰/۰۱۱**	۴۲۹/۸۳۲**	۱/۰۱۲**	۲۰۴/۴۵۲**	۱۴۷/۱۴۴**	۲۲/۲۱۶**
اشتباه	۳۶	۰/۴۵	۳/۴۹	۱/۴۲۲	۰/۱۶۷	۲۴/۵۰۲	۱۲/۹۰۲	۰/۰۰۲	۱/۳۶۹	۰/۰۰۱	۲/۵۹۸	۰/۱۴۹	۰/۶۶	۰/۴۲۲	۰/۵۶۴
ضریب تغییرات (٪)	–	۲۲/۸۸	۱/۶۹	۱/۰۱	۴۵/۱۸	۶/۰۱	۱۲/۷۷	۹/۴۳	۲/۳۵	۱/۲۶	۲/۰۶	۶/۲۹	۲/۰۷	۳/۰۴	۴/۷۷

GR: سرعت رشد اولیه، DB: تعداد روز تا چکمه‌ای شدن، DH: تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، RWL: میزان آب نسبی از دست رفته برگ، RWC: محتوای نسبی آب برگ، CT: دمای کانوپی، NDVI: شاخص پوشش گیاهی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، Fv/Fm: عملکرد کوانتوم فتوسیستم II، PH: ارتفاع بوته، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PE: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم،* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ادامه جدول ۲- میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در شرایط دیم در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 2 continued. Mean squares of studied traits under rainfed ccondition in 2017-18 cropping season

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		SC	DM	GFP	NS	NGPS	TKW	GY	BY	HI	SY
بلوک	۲	۲/۲۶۳*	۴/۰۱۸	۲/۰۵۳	۱۱۵۳۱/۵۷۹	۱۲/۶۴۹	۱۹/۱۲۸	۲۵۴۳۰/۵۴۴	۱۵۳۱۵۷/۲۶۳*	۰/۰۰۰	۵۳۳۱۰/۴۷۴*
ژنوتیپ	۱۸	۵۳/۸۱۶**	۴۱/۱۷۹**	۲/۴۵۴	۱۰۷۰۸/۳۸۲	۶۰/۴۹۹**	۶۸/۶۰۸**	۱۴۶۶۶/۷۲۱	۵۶۳۲۴/۳۰۸	۰/۰۰۴**	۱۹۶۰۷/۲۰۷
اشتباه	۳۶	۰/۵۱۲	۳/۳۱۴	۲/۲۹۳	۱۰۶۷۹/۷۲۷	۱۳/۵۱۹	۷/۶۹۹	۹۷۷۶/۳۰۳	۳۹۲۵۲/۵۵۹	۰/۰۰۱	۱۴۲۱۶/۰۶۶
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/۴۳	۱/۱۲	۳/۴۵	۲۷/۸۹	۱۱/۳۷	۶/۱۲	۲۹/۵۱	۲۶/۳۳	۷/۵۵	۲۸/۹۲

SC: هدایت روزنه‌ای، DM: طول دوره رسیدگی، GFP: طول دوره پر شدن دانه، NS: تعداد سنبله در متر مربع، NGPS: تعداد دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، GY: عملکرد دانه، BY: عملکرد زیست توده، HI: شاخص برداشت، SY: عملکرد کاه و کلش * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳- میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آبیاری تکمیلی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 3. Mean squares of studied traits under supplemental irrigation condition in 2017-18 cropping season

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات													
		GR	DB	DH	CT	NDVI	SPAD	Fv/Fm	PH	SL	PL	PE	FL	SC
بلوک	۲	۰/۴۳۱	۱۶۴/۴۳۹	۱/۰۷	۳۷/۹۲۱	۰/۰۱۲**	۲/۰۲۳	۰/۰۰۶**	۱/۱۰۵	۰/۲۸۱	۰/۵۴۴	۱/۱۷۵	۱/۶۳۲*	۳/۲۰۹
ژنوتیپ	۱۸	۰/۴۹۶	۲۱۶/۴۹۳	۳۷/۸۱۱**	۱۶/۲۹۴	۰/۰۰۴*	۳۶/۰۲۸**	۰/۰۱۹**	۴۶۳/۱۵**	۱/۴۵۸**	۱۱۸/۶۳۹**	۷۱/۷۹۵**	۳۳/۵۶۹**	۴۳/۸۳۹**
اشتباه	۳۶	۰/۴۵۰	۱۷۷/۷۵۳	۱/۴۲۲	۲۰/۶۸۵	۰/۰۰۲	۳/۴۹۹	۰/۰۰۱	۱/۳۴۶	۰/۲۰۷	۰/۲۴۸	۰/۴۵۳	۰/۳۳۵	۴/۵۲۳
ضریب تغییرات (٪)	–	۲۳/۴۷	۱۲/۲۵	۱/۰۱	۱۵/۲۸	۸/۹۶	۳/۷۳	۳/۰۶	۱/۴۷	۶/۹۸	۱/۳۲	۳/۵۴	۳/۸۲	۸/۸۲

GR: سرعت رشد اولیه، DB: تعداد روز تا چکمه‌ای شدن، DH: تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، CT: دمای کانوپی، NDVI: شاخص پوشش گیاهی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، Fv/Fm: عملکرد کوانتوم فتوسیستم II، PH: ارتفاع بوته، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PE: طول پدانکل خارجی، FL: طول برگ پرچم، SC: هدایت روزنه‌ای ; * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

ادامه جدول ۳- میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آبیاری تکمیلی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 3 continued. Mean squares of studied traits under supplemental irrigation condition in 2017-18 cropping season

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		DM	GFP	NS	NGPS	TKW	GY	BY	HI	SY
بلوک	۲	۴/۵۴۴	۱/۲۸۱	۱۸۱۵۴/۳۸۶	۸/۷۰۲	۲/۱۴۶	۲۲۰۷۵/۲۲۸	۲۱۳۴۰۵/۶۳۲	۰/۰۲۵**	۲۱۱۸۷۰/۵۹۶*
ژنوتیپ	۱۸	۳۰/۵۱۵**	۲/۱۸۵	۲۲۰۲۳/۹۷۷*	۴۷/۲۷۱**	۵۳/۲۲۴**	۴۲۷۸۹/۰۴۹	۱۸۶۸۸۰/۸۷۳	۰/۰۰۴	۶۹۱۲۱/۱۴۲
اشتباه	۳۶	۲/۱۵۵	۱/۳۵۵	۱۰۸۹۳/۲۷۵	۱۳/۹۶۱	۱۴/۴۹۳	۲۹۴۶۴/۹۸۷	۱۲۱۳۱۷/۸۳۵	۰/۰۰۳	۴۶۸۵۰/۵۷۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۰/۹۰	۲/۶۱	۲۲/۲۱	۹/۸۸	۷/۹۶	۳۷/۹۶	۳۱/۵۴	۱۴/۳۱	۳۳/۶۷

DM: طول دوره رسیدگی، GFP: طول دوره پر شدن دانه، NS: تعداد سنبله در متر مربع، NGPS: تعداد دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه،GY: عملکرد دانه، BY: عملکرد زیست توده، HI: شاخص برداشت، SY: عملکرد کاه و کلش، * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده در شرایط دیم در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 4. Mean comparison for genotypes based on studied traits under rainfed condition in 2017-18 cropping season

ژنوتیپ	GR	DB	DH	RWL	RWC	CT	NDVI	SPAD	Fv/Fm	PH	SL	PL	PE
G1	۲/۱۲۳^{c}	۱۰۷^{er}	۱۱۴^{n}	۰/۴۶۴^{c}	۸۴/۲^{ab}	۲۶/۸۳^{a}	۰/۴۰۷^{c}	۵۵/۱^{ab}	۰/۷۵۳۳^{ad}	۶۵/۳۳^{i}	۶/۳۳۳^{bd}	۲۹/۳۳^{m}	۱۱/۰^{g}
G2	۳/۱۷^{ac}	۱۰۷/۳^{ar}	۱۱۶^{m}	۱/۱۵۲^{ac}	۷۹/۸^{ab}	۲۷/۳۳^{a}	۰/۴۹۱۱^{ac}	۴۹/۶۳^{de}	۰/۷۱۶۷^{br}	۸۷/۳۳^{b}	۶/۰^{ce}	۴۲/۶۷^{cd}	۲۴/۶۷^{c}
G3	۲/۵۸۷^{bc}	۱۰۸/۳^{cr}	۱۱۷^{ag}	۰/۵۵۸۷^{bc}	۸۶/۹^{ab}	۲۷/۷^{a}	۰/۴۸۷۷^{ac}	۵۰/۹^{ce}	۰/۷۱۶۷^{br}	۷۷/۶۷^{de}	۶/۳۳۳^{bd}	۳۶/۰^{jk}	۱۹/۶۷^{e}
G4	۲/۸۱۳^{bc}	۱۰۷^{er}	۱۱۵^{gn}	۰/۹۲۳^{ac}	۷۹/۶۷^{ab}	۲۹/۸۷^{a}	۰/۴۸۴۷^{ac}	۴۹/۲۳^{de}	۰/۷۰^{ar}	۸۳/۳۳^{c}	۶/۰^{ce}	۴۶/۳۳^{b}	۲۷/۰^{b}
G5	۴/۱۴۷^{a}	۱۰۶/۳^{r}	۱۱۵^{gn}	۰/۵۸۳^{bc}	۸۲/۵۷^{ab}	۳۰/۶۳^{a}	۰/۴۰۵۷^{c}	۵۲/۱^{c}	۰/۶۸۶۷^{er}	۷۵/۶۷^{e}	۵/۶۶۷^{ar}	۴۱/۳۳^{de}	۲۲/۳۳^{d}
G6	۲/۶۶۷^{bc}	۱۱۰^{be}	۱۱۸^{cr}	۰/۴۹۹^{c}	۸۵/۰۷^{ab}	۲۸/۱۳^{a}	۰/۴۶۶۳^{ac}	۴۸/۸۳^{e}	۰/۷۷۶۷^{ab}	۷۰/۶۷^{gn}	۵/۰^{r}	۳۶/۰^{jk}	۱۹/۶۷^{e}
G7	۲/۸۴۷^{ac}	۱۱۱/۳^{bc}	۱۱۸^{cr}	۱/۳۱۹^{ab}	۷۷/۶۳^{b}	۳۱/۳۳^{a}	۰/۴۸^{ac}	۴۶/۷^{r}	۰/۵۱^{g}	۷۲/۰^{rg}	۶/۳۳۳^{bd}	۳۵/۶۷^{kl}	۱۷/۰^{r}
G8	۲/۲۴۳^{bc}	۱۱۲/۳^{b}	۱۲۱^{b}	۰/۷۳۷^{ac}	۸۰/۰۷^{ab}	۳۰/۲^{a}	۰/۴۹۶۷^{ab}	۴۶/۳۷^{r}	۰/۶۸^{r}	۷۹/۰^{d}	۶/۰^{ce}	۳۷/۳۳^{ij}	۲۰/۳۳^{e}
G9	۲/۳۹۰^{bc}	۱۱۱^{bc}	۱۱۹/۳^{bc}	۱/۴۲۱^{a}	۸۴/۱۳^{ab}	۲۷/۲۷^{a}	۰/۴۹۲۳^{ac}	۴۹/۷^{de}	۰/۷۵^{ad}	۷۶/۶۷^{de}	۵/۳۳۳^{er}	۴۱/۰^{er}	۲۴/۶۷^{c}
G10	۲/۷۹۳^{bc}	۱۱۰^{be}	۱۱۶/۷^{eg}	۰/۸۹۱۷^{ac}	۸۱/۷^{ab}	۲۶/۹۳^{a}	۰/۴۰۳۳^{c}	۵۴/۷۳^{b}	۰/۷۵۶۷^{ad}	۶۸/۳۳^{n}	۶/۰^{ce}	۳۹/۰^{gn}	۲۰/۶۷^{e}
G11	۲/۶۱۳^{bc}	۱۱۹/۳^{a}	۱۲۷^{a}	۱/۴۲۴^{a}	۸۶/۳^{ab}	۲۷/۱۳^{a}	۰/۴۸۳۷^{ac}	۵۱/۲۷^{cd}	۰/۸۰^{a}	۱۲۲/۳^{a}	۶/۰^{ce}	۶۸/۳۳^{a}	۴۴/۶۷^{a}
G12	۲/۸۲۰^{bc}	۱۲۰/۳^{a}	۱۲۷^{a}	۱/۰۸۹^{ac}	۸۲/۱۳^{ab}	۲۷/۲۷^{a}	۰/۴۸۹^{ac}	۵۰/۹۳^{ce}	۰/۷۱^{cr}	۸۵/۶۷^{bc}	۷/۰^{ab}	۴۳/۰^{c}	۲۴/۰^{c}
G13	۲/۹۸۰^{ac}	۱۱۰/۳^{be}	۱۱۸^{cr}	۰/۸۰۱۷^{ac}	۸۱/۲۳^{ab}	۲۵/۷۷^{a}	۰/۴۵۳۳^{ac}	۵۰/۳^{ce}	۰/۷۰۳۳^{ar}	۷۲/۰^{rg}	۶/۰^{ce}	۳۵/۶۷^{kl}	۱۹/۶۷^{e}
G14	۳/۵۲۷^{ab}	۱۰۷^{er}	۱۱۵^{gn}	۰/۷۸۷^{ac}	۸۸/۹^{a}	۳۰/۷۳^{a}	۰/۴۴۳۳^{ac}	۴۹/۷۷^{de}	۰/۷۱۳۳^{cr}	۷۴/۶۷^{er}	۵/۶۶۷^{ar}	۳۴/۶۷^{kl}	۲۰/۶۷^{e}
G15	۳/۰۵۷^{ac}	۱۰۹/۳^{br}	۱۱۶^{m}	۰/۷۰۷۷^{ac}	۸۲/۲^{ab}	۲۶/۰^{a}	۰/۵۰۹^{a}	۵۱/۹۷^{c}	۰/۷۳۶۷^{br}	۷۶/۰^{de}	۶/۳۳۳^{bd}	۳۷/۶۷^{ni}	۱۹/۶۷^{e}
G16	۳/۲۴۳^{ac}	۱۱۲/۳^{b}	۱۱۹^{bd}	۱/۰۱۲^{ac}	۸۰/۳^{ab}	۲۸/۸۷^{a}	۰/۴۷۴۳^{ac}	۴۱/۱۳^{n}	۰/۷۴۶۷^{ae}	۷۲/۳۳^{rg}	۶/۳۳۳^{bd}	۳۴/۳۳^{i}	۱۶/۰^{r}
G17	۳/۴۳۷^{ac}	۱۱۰^{be}	۱۱۸/۷^{ce}	۰/۸۳۵^{ac}	۸۰/۰۷^{ab}	۲۸/۵^{a}	۰/۴۳۱^{ac}	۴۴/۲^{g}	۰/۷۱۳۳^{cr}	۷۶/۶۷^{de}	۷/۶۶۷^{a}	۳۹/۶۷^{rg}	۲۲/۶۷^{d}
G18	۳/۰۳۰^{ac}	۱۱۰/۳^{be}	۱۱۸/۳^{ce}	۰/۹۹۵۳^{ac}	۸۲/۵^{ab}	۲۶/۴۳^{a}	۰/۴۸۵۷^{ac}	۴۵/۸۳^{rg}	۰/۶۹۶۷^{ar}	۷۶/۳۳^{de}	۶/۰^{cde}	۳۷/۶۷^{ni}	۲۰/۶۷^{e}
G19	۳/۲۲۷^{ac}	۱۱۰/۷^{bd}	۱۱۸/۷^{ce}	۰/۹۶۴۷^{ac}	۸۰/۳۳^{ab}	۲۷/۶۷^{a}	۰/۴۲^{bc}	۵۶/۸۷^{a}	۰/۷۷^{ac}	۷۶/۶۷^{de}	۶/۶۶۷^{bc}	۲۹/۳۳^{m}	۱۱/۰^{g}
LSD (%5)	۱/۱۱۱	۳/۰۹۴	۱/۹۷۵	۰/۶۷۶۷	۸/۱۹۷	۵/۹۴۸	۰/۰۷۴۰۶	۱/۹۳۸	۰/۰۵۲۳۷	۲/۶۶۹	۰/۶۳۹۲	۱/۳۴۵	۱/۰۷۶
LSD (%1)	۱/۴۹۰	۴/۱۴۸	۲/۶۴۸	۰/۹۰۷۴	۱۰/۹۹	۷/۹۷۶	۰/۰۹۹۳	۲/۵۹۸	۰/۰۷۰۲۲	۳/۵۷۹	۰/۸۵۷۱	۱/۸۰۴	۱/۴۴۲

GR: سرعت رشد اولیه، DB: تعداد روز تا چکمه‌ای شدن، DH: تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، RWL: میزان آب نسبی از دست رفته برگ، RWC: محتوای نسبی آب برگ، CT: دمای کانوپی، NDVI: شاخصپوشش گیاهی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، Fv/Fm: عملکرد کوانتوم فتوسیستم II، PH: ارتفاع بوته، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PE: طول پدانکل خارجی* حروف مقایسه میانگین به اختصار ارائه شده‌اند. برای مثال حروف abcd به صورت ad ارائه شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

ادامه جدول۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده در شرایط دیم در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 4 continued. Mean comparison for genotypes based on studied traits under rainfed condition in 2017-18 cropping season

SY	HI	BY	GY	TKW	NGPS	NS	GFP	DM	SC	FL	ژنوتیپ
۴۶۳/۰^{ad}	۰/۴۳^{cf}	۸۱۲/۰^{ac}	۳۴۹/۰^{ac}	۳۸/۸۳^{ef}	۳۵/۶۷^{ac}	۵۰۳/۳^{a}	۴۴/۳۳^{ab}	۱۵۸/۳^{ef}	۲۹/۹۳^{a}	۱۰/۳۳^{j}	G1
۴۳۸/۳^{ad}	۰/۴۳۳۳^{bf}	۸۲۳/۳^{ac}	۳۵۵/۰^{ac}	۵۰/۹۳^{ab}	۳۱/۰^{ce}	۳۹۶/۷^{ab}	۴۴/۰^{ab}	۱۶۰/۰^{cf}	۲۵/۹۷^{b}	۱۳/۶۷^{h}	G2
۴۹۱/۷^{ad}	۰/۴۹۶۷^{a}	۹۶۱/۷^{ab}	۴۷۰/۰^{ab}	۴۹/۵^{ab}	۳۰/۶۷^{ce}	۴۰۶/۷^{ab}	۴۴/۳۳^{ab}	۱۶۱/۳^{be}	۲۰/۳^{f}	۱۸/۰^{c}	G3
۴۱۵/۰^{ad}	۰/۴۰۶۷^{df}	۶۹۸/۳^{ac}	۲۸۳/۳^{bc}	۴۹/۹^{ab}	۳۲/۳۳^{bd}	۴۰۰/۰^{ab}	۴۴/۰^{ab}	۱۵۹/۰^{df}	۲۳/۹۳^{cd}	۱۵/۰^{fn}	G4
۲۸۲/۳^{d}	۰/۴۴۶۷^{ae}	۶۶۰/۷^{ac}	۳۷۸/۳^{ac}	۴۴/۴^{cd}	۳۱/۶۷^{bd}	۴۱۶/۷^{ab}	۴۴/۰^{ab}	۱۵۹/۰^{df}	۲۵/۱^{bc}	۱۴/۳۳^{gn}	G5
۳۷۷/۰^{ad}	۰/۳۸^{f}	۶۲۵/۰^{bc}	۲۳۵/۰^{c}	۴۹/۸۳^{ab}	۲۹/۰^{ce}	۳۸۰/۰^{ab}	۴۴/۳۳^{ab}	۱۶۲/۳^{bd}	۲۴/۲۳^{c}	۱۶/۰^{df}	G6
۴۶۷/۷^{ad}	۰/۴۲^{cf}	۹۰۴/۰^{ac}	۳۷۹/۷^{ac}	۵۱/۵^{a}	۲۹/۳۳^{ce}	۳۷۶/۷^{ab}	۴۳/۶۷^{ab}	۱۶۱/۷^{be}	۱۷/۴۳^{hi}	۱۷/۰^{cd}	G7
۵۲۳/۳^{ac}	۰/۳۸^{f}	۸۳۸/۷^{ac}	۳۱۵/۳^{ac}	۴۹/۶۳^{ab}	۲۴/۳۳^{e}	۴۱۳/۳^{ab}	۴۳/۰^{ab}	۱۶۴/۰^{b}	۲۲/۰۳^{e}	۱۶/۶۷^{ce}	G8
۳۷۴/۷^{ad}	۰/۴۱۳۳^{df}	۶۳۸/۷^{bc}	۲۶۴/۰^{c}	۴۹/۵^{ab}	۳۰/۶۷^{ce}	۲۹۳/۳^{b}	۴۴/۳۳^{ab}	۱۶۲/۷^{bc}	۱۸/۳۳^{gn}	۱۵/۳۳^{eg}	G9
۳۸۶/۷^{ad}	۰/۴۴۶۷^{ae}	۷۰۱/۳^{ac}	۳۱۴/۷^{ac}	۴۴/۱۷^{cd}	۳۴/۶۷^{ac}	۳۲۳/۳^{ab}	۴۴/۳۳^{ab}	۱۶۱/۰^{bf}	۲۲/۲^{e}	۱۹/۶۷^{b}	G10
۵۶۳/۷^{a}	۰/۳۹۶۷^{ef}	۹۲۹/۰^{ac}	۳۶۵/۳^{ac}	۴۹/۷۷^{ab}	۲۹/۳۳^{ce}	۳۶۶/۷^{ab}	۴۴/۶۷^{ab}	۱۷۱/۷^{a}	۱۸/۱^{gn}	۲۱/۶۷^{a}	G11
۵۴۲/۰^{ab}	۰/۴۷۶۷^{ac}	۱۰۳۸/۰^{a}	۴۹۶/۳^{a}	۴۱/۱۷^{ce}	۴۰/۶۷^{a}	۳۳۶/۷^{ab}	۴۴/۰^{ab}	۱۷۱/۰^{a}	۲۲/۸۷^{de}	۱۷/۰^{cd}	G12
۲۹۹/۰^{cd}	۰/۴۴۶۷^{ae}	۵۴۷/۳^{c}	۲۴۸/۳^{c}	۳۵/۱۳^{f}	۳۰/۰^{ce}	۳۳۳/۳^{ab}	۴۳/۳۳^{ab}	۱۶۱/۳^{be}	۱۴/۹۳^{j}	۱۲/۳۳^{i}	G13
۳۵۴/۷^{ad}	۰/۴۳۶۷^{df}	۶۲۹/۰^{bc}	۲۷۴/۳^{c}	۴۱/۰^{ce}	۲۵/۳۳^{de}	۴۰۳/۳^{ab}	۴۲/۶۷^{ab}	۱۵۷/۷^{f}	۲۲/۰۳^{e}	۱۱/۶۷^{i}	G14
۳۴۷/۰^{ad}	۰/۴۲^{cf}	۶۰۶/۷^{bc}	۲۵۹/۷^{c}	۴۵/۷۳^{bc}	۳۴/۶۷^{ac}	۳۱۳/۳^{ab}	۴۴/۳۳^{ab}	۱۶۰/۳^{cf}	۱۲/۰^{k}	۱۴/۰^{gn}	G15
۳۷۷/۷^{ad}	۰/۴۹۳۳^{ab}	۷۴۶/۷^{ac}	۳۶۹/۰^{ac}	۴۳/۳۳^{ce}	۳۸/۳۳^{ab}	۲۹۳/۳^{b}	۴۱/۶۷^{b}	۱۶۰/۷^{bf}	۱۹/۰۳^{g}	۱۶/۰^{df}	G16
۴۳۴/۳^{ad}	۰/۴۶۳۳^{ad}	۸۰۴/۷^{ac}	۳۷۰/۳^{ac}	۴۳/۷۷^{ce}	۳۱/۰^{cde}	۴۶۳/۳^{ab}	۴۵/۳۳^{a}	۱۶۴/۰^{b}	۱۶/۵۳^{i}	۱۶/۰^{df}	G17
۳۸۱/۰^{ad}	۰/۴۶^{ad}	۷۰۵/۰^{ac}	۳۲۴/۰^{ac}	۳۹/۷^{df}	۴۰/۶۷^{a}	۳۴۶/۷^{ab}	۴۵/۶۷^{a}	۱۶۴/۰^{b}	۱۸/۸^{g}	۱۸/۰^{c}	G18
۳۱۴/۰^{bd}	۰/۴۹۶۷^{a}	۶۲۷/۷^{bc}	۳۱۳/۷^{ac}	۴۳/۰۳^{ce}	۳۵/۳۳^{ac}	۲۷۳/۳^{b}	۴۴/۰^{ab}	۱۶۲/۷^{bc}	۲۱/۹۳^{e}	۱۶/۶۷^{ce}	G19
۱۹۷/۴	۰/۰۵۲۳۷	۳۲۸/۱	۱۶۳/۷	۴/۵۹۵	۶/۰۸۹	۱۷۱/۱	۲/۵۰۸	۳/۰۱۵	۱/۱۸۵	۱/۲۴۴	LSD (%5)
۲۶۴/۷	۰/۰۷۰۲۲	۴۳۹/۹	۲۱۹/۵	۶/۱۶۱	۸/۱۶۴	۲۲۹/۵	۳/۳۶۲	۴/۰۴۲	۱/۵۸۹	۱/۶۶۸	LSD (%1)

FL: طول برگ پرچم، SC: هدایت روزنه‌ای، DM: طول دوره رسیدگی، GFP: طول دوره پر شدن دانه، NS: تعداد سنبله در متر مربع، NGPS: تعداد دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه،GY: عملکرد دانه، BY : عملکرد زیست توده، HI: شاخص برداشت، SY: عملکرد کاه و کلش* حروف مقایسه میانگین به اختصار ارائه شده‌اند. برای مثال حروف abcd به صورت ad ارائه شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آبیاری تکمیلی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 5. Mean comparison for genotypes based on studied traits under supplemental irrigation condition in 2017-18 cropping season

FL	PE	PL	SL	PH	Fv/Fm	SPAD	NDVI	CT	DH	DB	GR	ژنوتیپ
۱۱/۳۳^{ij}	۱۶/۰^{fg}	۳۴/۳۳^{g}	۵/۶۶۷^{ef}	۶۹/۰^{k}	۰/۷۴^{a}	۵۵/۲۷^{ab}	۰/۴۲۲۳^{cd}	۲۸/۳۳^{a}	۱۱۴/۰^{h}	۱۰۷/۰^{a}	۲/۱۷۳^{b}	G1
۱۱/۶۷^{i}	۱۹/۳۳^{d}	۳۵/۶۷^{ef}	۵/۳۳۳^{f}	۷۸/۰^{eg}	۰/۷۰۶۷^{ab}	۵۰/۵^{df}	۰/۵۰۴۷^{ac}	۲۸/۳۳^{a}	۱۱۶/۰^{fh}	۱۰۷/۳^{a}	۳/۰۱۰^{ab}	G2
۱۲/۶۷^{h}	۱۷/۳۳^{e}	۳۴/۳۳^{g}	۶/۳۳۳^{ce}	۷۴/۳۳^{i}	۰/۷۳۳۳^{a}	۵۱/۶۳^{ce}	۰/۵۰۱^{ad}	۲۸/۹۳^{a}	۱۱۷/۰^{dg}	۱۰۸/۳^{a}	۲/۷۲۰^{ab}	G3
۱۱/۰^{ij}	۲۶/۳۳^{b}	۴۳/۶۷^{b}	۵/۶۶۷^{ef}	۷۷/۳۳^{gh}	۰/۷۳^{a}	۴۹/۳۳^{dg}	۰/۴۹۶۷^{ad}	۳۰/۹۰^{a}	۱۱۵/۰^{gh}	۱۰۷/۰^{a}	۲/۸۱۳^{ab}	G4
۱۴/۰^{eg}	۲۲/۰^{c}	۴۱/۰^{c}	۶/۳۳۳^{ce}	۸۰/۰^{de}	۰/۶۸۳۳^{ac}	۵۲/۸^{bd}	۰/۴۲۱^{cd}	۳۱/۶۳^{a}	۱۱۵/۰^{gh}	۱۰۶/۳^{a}	۳/۸۸۰^{a}	G5
۱۴/۶۷^{c}	۱۵/۳۳^{g}	۳۶/۰^{e}	۶/۳۳۳^{ce}	۷۹/۰^{dg}	۰/۷۲۳^{a}	۴۹/۱^{eh}	۰/۴۸۰^{ad}	۲۹/۳۰^{a}	۱۱۸/۰^{cf}	۱۱۰/۰^{a}	۲/۷۶۳^{ab}	G6
۲۰/۳۳^{b}	۱۵/۰^{g}	۳۲/۶۷^{h}	۷/۰^{bc}	۶۶/۰^{i}	۰/۷۳۳^{a}	۴۷/۴۷^{fi}	۰/۴۹۵۷^{ad}	۳۲/۳۷^{a}	۱۱۸/۰^{cf}	۱۱۱/۳^{a}	۲/۸۶۰^{ab}	G7
۱۳/۰^{gh}	۲۲/۳۳^{c}	۴۱/۰^{c}	۶/۰^{df}	۸۶/۳۳^{b}	۰/۶۸۶^{ac}	۴۶/۵^{gi}	۰/۵۱۲^{ab}	۳۱/۳۷^{a}	۱۲۱/۰^{b}	۱۱۲/۳^{a}	۲/۱۲۳^{b}	G8
۱۷/۰^{c}	۱۶/۶۷^{ef}	۳۶/۰^{e}	۶/۰^{df}	۷۹/۶۷^{df}	۰/۶۸۶^{ac}	۴۹/۸۳^{dg}	۰/۵۰۵۷^{ac}	۲۸/۲۷^{a}	۱۱۹/۳^{bc}	۱۱۱/۰^{a}	۲/۴۹۳^{b}	G9
۱۶/۰^{d}	۱۹/۰^{d}	۳۷/۶۷^{d}	۷/۰^{bc}	۷۰/۶۷^{jk}	۰/۶۳۳^{cf}	۵۴/۸۳^{ac}	۰/۴۱۴۳^{d}	۲۷/۹۳^{a}	۱۱۶/۷^{eg}	۱۱۰/۰^{a}	۲/۷۵۰^{ab}	G10
۲۱/۳۳^{a}	۳۵/۳۳^{a}	۶۱/۰^{a}	۸/۰^{a}	۱۲۶/۳^{a}	۰/۶۵۳۳^{be}	۵۱/۳۷^{de}	۰/۴۹۶۷^{ad}	۲۸/۱۳^{a}	۱۲۷/۰^{a}	۱۱۹/۳^{a}	۲/۵۲۰^{b}	G11
۲۰/۰^{b}	۱۶/۰^{fg}	۳۴/۳۳^{g}	۷/۰^{bc}	۸۱/۰^{cd}	۰/۴۰۶۷^{g}	۵۱/۰^{df}	۰/۵۰^{ad}	۲۸/۲۷^{a}	۱۲۷/۰^{a}	۱۲۰/۳^{a}	۲/۶۴۰^{ab}	G12
۱۴/۰^{eg}	۱۶/۰^{fg}	۳۵/۳۳^{ef}	۷/۰^{bc}	۷۷/۶۷^{fh}	۰/۵۹۳۳^{f}	۵۰/۴^{df}	۰/۴۶۵۳^{ad}	۲۶/۷۷^{a}	۱۱۸/۰^{cf}	۱۱۰/۳^{a}	۲/۹۶۷^{ab}	G13
۱۰/۳۳^{j}	۱۷/۶۷^{e}	۳۴/۳۳^{g}	۶/۰^{df}	۷۴/۶۷^{i}	۰/۵۸^{f}	۴۹/۸^{dg}	۰/۴۵۵۳^{ad}	۳۱/۷۳^{a}	۱۱۵/۰^{gh}	۱۰۷/۰^{a}	۳/۲۷۷^{ab}	G14
۱۴/۳۳^{ef}	۱۶/۶۷^{ef}	۳۶/۰^{e}	۶/۶۶۷^{cd}	۸۲/۳۳^{c}	۰/۶۲۳۳^{df}	۵۲/۰۷^{be}	۰/۵۲۱^{a}	۲۷/۰۷^{a}	۱۱۶/۰^{fh}	۱۰۹/۳^{a}	۲/۷۹۷^{ab}	G15
۱۵/۰^{de}	۱۶/۰^{fg}	۳۵/۳۳^{ef}	۶/۰^{df}	۷۴/۶۷^{i}	۰/۵۹۶۷^{ef}	۴۴/۶۷^{i}	۰/۴۸۹^{ad}	۳۴/۵۷^{a}	۱۱۹/۰^{bd}	۱۱۲/۳^{a}	۳/۰۹۳^{ab}	G16
۱۳/۳۳^{fh}	۱۹/۰^{d}	۳۵/۰^{fg}	۷/۰^{bc}	۷۸/۶۷^{eg}	۰/۶۸۳۳^{ac}	۴۴/۲^{i}	۰/۴۴۴۳^{ad}	۲۹/۵^{a}	۱۱۸/۷^{cde}	۱۱۰/۰^{a}	۳/۲۸۷^{ab}	G17
۱۵/۶۷^{d}	۱۹/۳۳^{d}	۳۵/۳۳^{ef}	۶/۶۶۷^{cd}	۷۵/۶۷^{hi}	۰/۶۰^{ef}	۴۵/۸۷^{hi}	۰/۴۹۹^{ad}	۲۷/۷۷^{a}	۱۱۸/۳^{ce}	۷۷/۳۳^{b}	۳/۰۸۳^{ab}	G18
۱۹/۳۳^{b}	۱۶/۰^{fg}	۳۵/۶۷^{ef}	۷/۶۶۷^{ab}	۷۱/۶۷^{j}	۰/۶۸^{ad}	۵۶/۹۷^{a}	۰/۴۳۲۰^{bd}	۳۴/۳۳^{a}	۱۱۸/۷^{ce}	۱۱۰/۷^{a}	۳/۰۶۷^{ab}	G19
۰/۹۵۸۴	۱/۱۱۵	۰/۸۲۴۶	۰/۷۵۳۴	۱/۹۲۱	۰/۰۵۲۳۷	۳/۰۹۸	۰/۰۷۴۰۶	۷/۵۳۱	۱/۹۷۵	۲۲/۰۸	۱/۱۱۱	LSD (%5)
۱/۲۸۵	۱/۴۹۴	۱/۱۰۶	۱/۰۱	۲/۵۷۶	۰/۰۷۰۲۲	۴/۱۵۳	۰/۰۹۹۳	۱۰/۱۰	۲/۶۴۸	۲۹/۶	۱/۴۹	LSD (%1)

GR: سرعت رشد اولیه، DB: تعداد روز تا چکمه‌ای شدن، DH: تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، CT: دمای کانوپی، NDVI: شاخص پوشش گیاهی، SPAD: محتوای نسبی کلروفیل، Fv/Fm: عملکرد کوانتوم فتوسیستم II، PH: ارتفاع بوته، SL: طول سنبله، PL: طول پدانکل، PE: طول پدانکل خارجی FL: طول برگ پرچم،* حروف مقایسه میانگین به اختصار ارائه شده‌اند. برای مثال حروف abcd به صورت ad ارائه شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

ادامه جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها برای صفات اندازه‌گیری شده در شرایط آبیاری تکمیلی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶

Table 5 continued. Mean comparison for genotypes based on studied traits under supplemental irrigation condition in 2017-18 cropping season

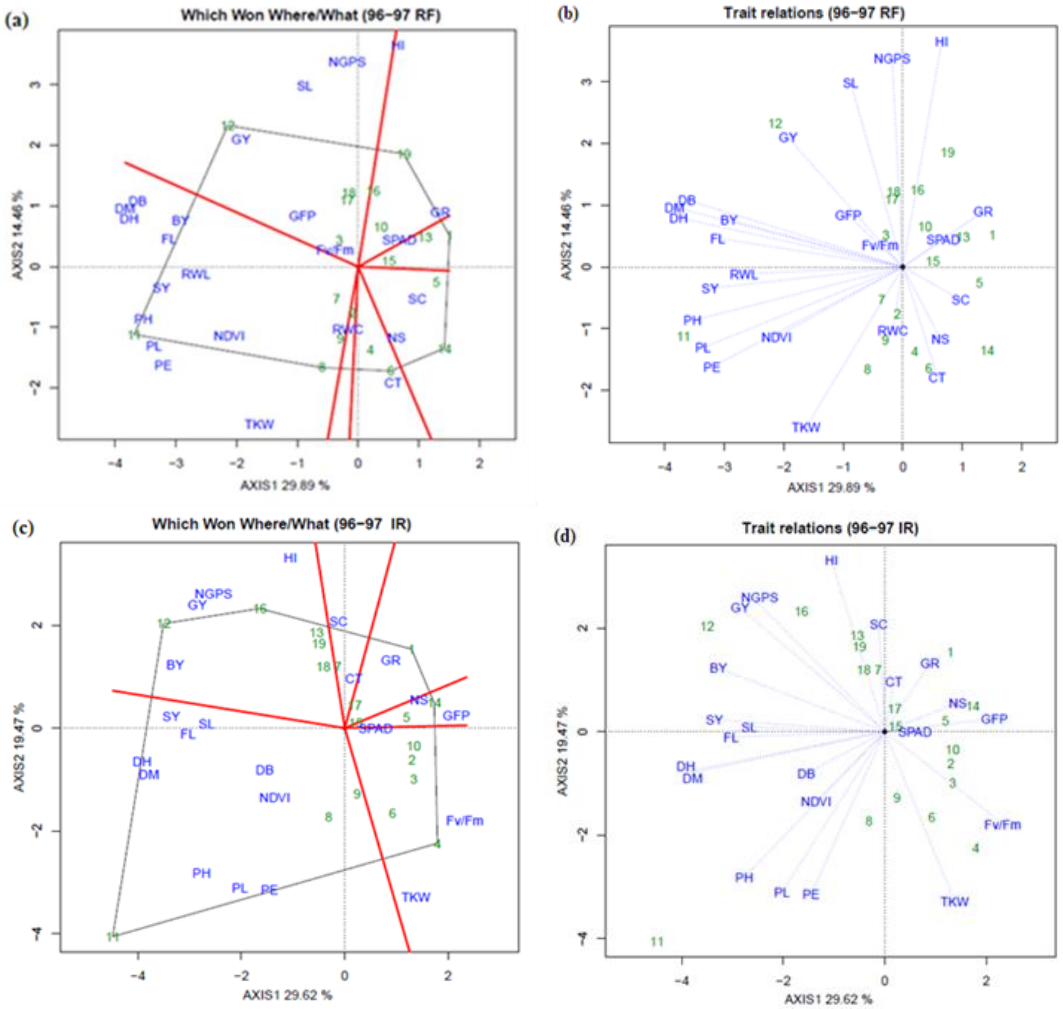
SY	HI	BY	GY	TKW	NGPS	NS	GFP	DM	SC	ژنوتیپ
۷۸۲/۷^{ac}	۰/۴۱^{ac}	۱۳۳۸/۰^{ab}	۵۵۵/۷^{ac}	۴۳/۳۷^{eg}	۳۶/۶۷^{be}	۷۰۶/۷^{a}	۴۶/۰^{ab}	۱۶۰/۰^{er}	۲۹/۸۷^{ab}	G1
۵۵۷/۳^{bc}	۰/۳۸۳۳^{ac}	۱۱۹۱/۰^{ab}	۴۵۹/۰^{ac}	۵۲/۷^{ac}	۳۴/۳۳^{de}	۵۱۳/۳^{ad}	۴۵/۰^{ad}	۱۶۱/۰^{cr}	۲۶/۳^{be}	G2
۵۶۸/۰^{bc}	۰/۳۹۳۳^{ac}	۹۳۲/۰^{ab}	۳۶۴/۰^{ac}	۵۵/۷^{a}	۳۳/۰^{e}	۴۶۳/۳^{bd}	۴۴/۶۷^{ad}	۱۶۱/۷^{cr}	۲۷/۱^{bd}	G3
۴۷۱/۰^{bc}	۰/۳۷^{bc}	۷۵۱/۰^{b}	۲۸۰/۰^{c}	۵۲/۰^{ad}	۳۳/۳۳^{de}	۴۴۰/۰^{bd}	۴۴/۳۳^{ad}	۱۵۹/۳^{r}	۲۱/۹۷^{ri}	G4
۵۶۷/۰^{bc}	۰/۴۰۶۷^{ac}	۹۵۶/۰^{ab}	۳۸۹/۰^{ac}	۴۷/۲^{bg}	۳۸/۰^{be}	۴۲۶/۷^{bd}	۴۶/۳۳a	۱۶۱/۳^{cr}	۲۴^{ag}	G5
۶۱۹/۰^{ac}	۰/۳۳^{c}	۹۳۵/۳^{ab}	۳۱۶/۳^{bc}	۵۳/۰۳^{ab}	۳۵/۶۷^{ce}	۵۸۰/۰^{ac}	۴۴/۶۷a^{d}	۱۶۲/۷^{be}	۱۷/۲^{j}	G6
۴۸۷/۰^{bc}	۰/۴۸۳۳^{a}	۱۰۸۵/۰^{ab}	۵۹۸/۳^{ac}	۴۶/۳۳^{bg}	۳۷/۳۳^{be}	۴۲۳/۳^{bd}	۴۴/۶۷^{ad}	۱۶۲/۷^{be}	۱۸/۸^{ij}	G7
۵۸۹/۰^{ac}	۰/۳۹^{ac}	۹۷۴/۰^{ab}	۳۸۵/۰^{ac}	۵۱/۹۳^{ad}	۳۸/۰^{be}	۳۶۳/۳^{d}	۴۴/۳۳^{ad}	۱۶۵/۳^{b}	۲۳/۴۳^{dn}	G8
۶۱۸/۷^{ac}	۰/۳۹۳۳^{ac}	۱۰۰۵/۰^{ab}	۳۸۶/۷^{ac}	۵۲/۳۳^{ad}	۳۴/۰^{de}	۴۱۶/۷^{bd}	۴۴/۳۳^{ad}	۱۶۳/۷^{bc}	۲۱/۳۷^{gi}	G9
۴۰۲/۰^{c}	۰/۳۶۶۷^{ac}	۶۶۱/۰^{b}	۲۵۹/۰^{c}	۴۸/۹^{ar}	۳۶/۳۳^{be}	۴۱۶/۷^{bd}	۴۵/۰^{ad}	۱۶۱/۷^{cr}	۲۵/۸^{cr}	G10
۹۹۳/۷^{a}	۰/۳۷^{bc}	۱۵۳۱/۰^{a}	۵۳۷/۰^{ac}	۵۰/۱۷^{ae}	۳۸/۰^{be}	۴۳۶/۷^{bd}	۴۳/۶۷^{cd}	۱۷۰/۷^{a}	۱۹/۷۳^{nj}	G11
۸۸۸/۷^{ab}	۰/۴۲۶۷^{ac}	۱۵۲۸/۰^{a}	۶۳۹/۰^{ab}	۴۰/۷۷^{g}	۴۲/۰^{bc}	۴۴۶/۷^{bd}	۴۴/۶۷^{ad}	۱۷۱/۷^{a}	۳۱/۹۰^{a}	G12
۵۵۹/۷^{bc}	۰/۴۸۳۳^{a}	۱۰۷۲/۰^{ab}	۵۱۲/۷^{ac}	۴۲/۴۷^{rg}	۴۳/۳۳^{ab}	۴۲۳/۳^{bd}	۴۳/۶۷^{cd}	۱۶۱/۷^{cr}	۲۵/۷^{cr}	G13
۵۶۸/۰^{bc}	۰/۳۸۶۷^{ac}	۹۱۳/۳^{ab}	۳۴۵/۳^{ac}	۴۵/۴۳^{cg}	۳۴/۳۳^{de}	۶۰۰/۰^{ab}	۴۵/۶۷^{ac}	۱۶۰/۷^{dr}	۲۳/۴^{dn}	G14
۶۹۶/۷^{ac}	۰/۳۹۳۳^{ac}	۱۱۲۲/۰^{ab}	۴۲۵/۰^{ac}	۴۵/۸۳^{bg}	۳۷/۰^{be}	۴۰۶/۷^{bd}	۴۶/۰^{ab}	۱۶۲/۰^{cr}	۲۵/۳۳^{ag}	G15
۸۷۶/۰^{ab}	۰/۴۵۳۳^{ab}	۱۵۵۸/۰^{a}	۶۸۱/۷^{a}	۴۶/۶^{bg}	۴۹/۳۳^{a}	۴۲۰/۰^{bd}	۴۴/۰^{bd}	۱۶۳/۰^{bd}	۲۳/۰۷^{dn}	G16
۶۲۶/۳^{ac}	۰/۴۲^{ac}	۱۰۶۷/۰^{ab}	۴۴۰/۳^{ac}	۴۵/۶۳^{bg}	۳۷/۳۳^{be}	۵۳۰/۰^{ad}	۴۴/۶۷^{ad}	۱۶۳/۳^{bd}	۲۲/۳^{ei}	G17
۷۲۴/۰a^{c}	۰/۴۲۳۳^{ac}	۱۲۶۱/۰^{ab}	۵۳۶/۷a^{c}	۴۳/۲۳^{eg}	۴۰/۶۷^{bd}	۵۲۳/۳^{ad}	۴۳/۶۷^{cd}	۱۶۲^{cr}	۲۱/۴۷^{gi}	G18
۶۲۰/۷^{ac}	۰/۴۴۶۷^{ab}	۱۱۰۱/۰^{ab}	۴۸۰/۰^{ac}	۴۵/۱۷^{dg}	۳۹/۶۷^{be}	۳۹۰/۰^{cd}	۴۳/۳۳^{d}	۱۶۲^{cr}	۲۹/۵^{ac}	G19
۳۵۸/۴	۰/۰۹۰۷	۵۷۶/۸	۲۸۴/۲	۶/۳۰۴	۶/۱۸۷	۱۷۲/۸	۱/۹۲۸	۲/۴۳۱	۳/۵۲۲	LSD (%5)
۴۸۰/۶	۰/۱۲۱۶	۷۷۳/۴	۳۸۱/۱	۸/۴۵۳	۸/۲۹۷	۲۳۱/۸	۲/۵۸۵	۳/۲۶	۴/۷۲۲	LSD (%1)

SC : هدایت روزنه‌ای، DM: طول دوره رسیدگی، GFP: طول دوره پر شدن دانه، NS: تعداد سنبله در متر مربع، NGPS: تعداد دانه در سنبله، TKW: وزن هزار دانه، GY: عملکرد دانه، BY: عملکرد زیست توده، HI: شاخص برداشت، SY: عملکرد کاه و کلش* حروف مقایسه میانگین به اختصار ارائه شده‌اند. برای مثال حروف abcd به صورت ad ارائه شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

به‌منظور بررسی روابط بین صفات و تعیین خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ در صفت استفاده گردید. نمایش چندضلعی بای‌پلات ژنوتیپ × صفت مربوط به آزمایش تنش در شکل ۱a آمده است. مؤلفه‌های اصلی اول و دوم در این آزمایش ۴۴/۳۵ درصد از تنوع داده‌های استاندارد شده ژنوتیپ × صفت را توجیه کردند. در نمایش چندضلعی مذکور تعداد ۶ ژنوتیپ در رئوس چندضلعی قرار گرفتند، که این ژنوتیپ‌ها به لحاظ یک یا چند صفت دارای برتری نسبی بودند. این ژنوتیپ‌ها به ترتیب شامل شماره‌های ۱۲، ۱۱، ۶، ۱۴، ۱ و ۱۹ بودند. ژنوتیپ شماره ۱۲ از لحاظ عملکرد دانه دارای بیشترین مقدار بود و دارای دمای کانوپی پایین و هدایت روزنه‌ای کمتری بود که به‌همین سبب کانوپی خنک‌تری را دارا بوده و با انجام هدایت روزنه‌ای کمتر در شرایط تنش‌خشکی آب کمتری را از دست داده و در مجموع توانسته است عملکرد دانه بالاتری را تولید نماید که این موضوع با نتایج کار محمدی و همکاران (۲۵) مطابقت داشت. ژنوتیپ شماره ۱۱ از لحاظ صفات مربوط به قامت گیاه برتری نشان داد و همچنین از نظر صفات مربوط به‌مدت زمان دوره رشد رویشی مانند تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا چکمه‌ای‌شدن و رسیدگی مقادیر بالایی داشت که از این لحاظ ژنوتیپی دیررس محسوب می‌شود و از لحاظ صفات میزان عملکرد زیست توده، میزان کاه وکلش، میزان آب نسبی برگ، وزن هزار دانه و میزان آب نسبی از دست‌رفته برگ مقادیر بالایی داشت ولی سرعت رشد اولیه نسبتاً کمی را دارا بود و به‌همراه ژنوتیپ شماره ۸ میزان بالایی از صفت شاخص نرمال شده پوشش گیاهی را داشت. ژنوتیپ شماره ۶ دارای دمای کانوپی نسبتاً بالایی بود و به‌همین دلیل عملکرد دانه کمی داشت و دارای طول سنبله کوتاه و تعداد دانه در سنبله کمی بود.



شکل ۱- نمایش چند ضلعی بای پلات ژنوتیپ در صفت (a) و نمایش برداری بای پلات ژنوتیپ در صفت (b) برای ۱۹ ژنوتیپ بر اساس صفات مورد بررسی در شرایط تنش و نمایش چند ضلعی بای پلات ژنوتیپ در صفت (c) و نمایش برداری بای پلات ژنوتیپ در صفت (d) در شرایط آبیاری تکمیلی.

Figure 1. Polygon view of genotype-by-trait biplot (a) and and genotype-by-trait biplot (b) under drough condition and genotype-by-trait biplot vector view for 19 durum wheat genotypes for the studied traots; and polygon view of genotype-by-trait biplot (c) and and genotype-by-trait biplot vector view (d) under supplemental irrigation condition

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

ژنوتیپ شماره ۱۴ به‌همراه ژنوتیپ شماره ۵ هدایت روزنه‌ای بالا و تعداد سنبله در واحد سطح نسبتا بالایی داشتند ولی عملکرد دانه پایین و طول سنبله کوتاه و تعداد دانه در سنبله کمی داشت. ژنوتیپ شماره ۱ از لحاظ صفات مربوط به قامت گیاه مقادیر پایینی دارا بود و از لحاظ صفات مربوط به طول دوره رشدی مانند تعداد روز تا گلدهی و چکمه‌ای‌شدن و رسیدگی جز ژنوتیپ‌های زودرس بود و از میزان آب نسبی از دست‌رفته برگ کمتر و محتوای آب نسبی برگ بالایی برخوردار بود اما از میزان وزن هزار دانه پایینی برخوردار بود. ژنوتیپ شماره ۱۹ دارای سرعت رشد اولیه بالا، محتوای نسبی کلروفیل بالا ولی از لحاظ صفات مربوط به قامت گیاه و میزان شاخص نرمال پوشش گیاهی کمتری برخوردار بود. در شکل ۱b بررسی روابط صفات و اثر متقابل ژنوتیپ‌ها با صفات مورد بررسی نمایش داده شده است. عملکرد دانه دارای همبستگی مثبتی با طول دوره پر شدن دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیست توده، طول برگ پرچم، صفات فنولوژیکی و عملکرد کوانتوم بواسطه زاویه حاده‌ای که با این صفات نشان داد، بود. بنابراین بر اساس عملکرد دانه و سایر صفات همبسته با عملکرد دانه ژنوتیپ شماره ۱۲ برترین ژنوتیپ بود. بردارهای این صفات با بردارهای صفات دمای کانوپی، تعداد سنبله در واحد سطح و هدایت روزنه‌ای دارای زاویه نزدیک ۱۸۰ درجه بوده که بیانگر همبستگی منفی بین این دو گروه از صفات می‌باشد. لذا ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۶، ۴ و ۵ به‌دلیل مجاورت به بردارهای صفات دمای کانوپی، تعدادپنجه در واحد سطح و هدایت روزنه‌ای دارای مقادیر بالایی از این صفات بوده و از کمترین میزان عملکرد برخوردار بودند. صفت وزن هزار دانه با توجه به زاویه قائمه‌ای که با عملکرد نشان داد دارای همبستگی با عملکرد نبوده و بیشترین ارتباط آن با صفات NDVI، طول پدانکل، ارتفاع بوته و میزان آب نسبی برگ بود که این نتیجه با نتایج کار محمدی و همکاران (۲۵) مطابقت داشت. از لحاظ این گروه از صفات ژنوتیپ شماره ۱۱ دارای بیشترین مقدار بود. همبستگی مثبت بین صفات شاخص برداشت، اسپد و سرعت رشد اولیه بواسطه زاویه حاده بین بردارهای این صفات مشاهده گردید که ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای این صفات شامل ژنوتیپ‌های شماره های ۱۹، ۱۶، ۱۰، ۱۳ و ۱ بودند.

نمایش چندضلعی بای‌پلات ژنوتیپ × صفت مربوط به آزمایش شرایط بدون تنش نیز در شکل ۱c نشان داد که مولفه‌های اصلی اول و دوم در این آزمایش ۴۹/۰۹ درصد از تنوع داده‌های استاندارد شده ژنوتیپ × صفت را توجیه نمودند. در نمایش چندضلعی بای‌پلات ژنوتیپ در صفت ۶ ژنوتیپ در رئوس چندضلعی قرار گرفتند، که این ژنوتیپ‌ها به لحاظ یک یا چند صفت دارای برتری نسبی بودند. این ژنوتیپ‌ها به‌ترتیب شامل شماره‌های ۱۶، ۱۲، ۱۱، ۴، ۱۴ و ۱ بودند. ژنوتیپ‌های ۱۶ و ۱۲ از لحاظ صفت عملکرد دانه دارای بیشترین مقدار بودند و به لحاظ صفات طول سنبله و تعداد دانه در سنبله نیز مقادیر بالایی از این صفات را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ شماره ۱۱ از لحاظ صفات مربوط به قامت گیاه برتری نشان داد و همچنین از نظر صفات مربوط به‌مدت زمان دوره رشد رویشی مانند تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا چکمه‌ای‌شدن و رسیدگی فیزیولوژیک مقادیر بالایی داشت که از این لحاظ ژنوتیپی دیررس محسوب می‌شود و از لحاظ صفات میزان کاه و کلش، طول سنبله و میزان شاخص نرمال شده پوشش گیاهی مقادیر بالایی داشت ولی سرعت رشد اولیه نسبتا کمی را دارا بود. ژنوتیپ شماره ۴ به‌همراه ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۶ دارای میزان فلورسانس کلروفیل (عملکرد کوانتوم) بالایی بودند ولی عملکرد دانه و عملکرد زیست توده کمی داشتند. ژنوتیپ شماره ۱۴ به‌همراه ژنوتیپ شماره ۵ دارای طول دوره پر شدن دانه طولانی‌تری بودند و از مقدار کم صفات مربوط به قامت گیاه و تعداد روز تا گلدهی، چکمه‌ای‌شدن و رسیدگی برخوردار بود. ژنوتیپ شماره ۱ دارای بیشترین سرعت رشد اولیه بود و از لحاظ صفات مربوط به تعداد روز تا گلدهی رسیدگی در دسته ژنوتیپ‌های زودرس قرار گرفت. نتایج تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ × صفت به منظور بررسی روابط بین صفات و تعیین پروفایل خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط آبیاری تکمیلی در شکل ۱d ارائه شده است. عملکرد دانه با شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و عملکرد زیست توده همبستگی مثبتی نشان داد که بر اساس این گروه از صفات ژنوتیپ‌های شماره ۱۲ و ۱۶ برترین ژنوتیپ‌ها بودند. این گروه از صفات بواسطه زاویه برداری نزدیک به ۱۸۰ درجه با صفات وزن هزار دانه و عملکرد کوانتوم همبستگی منفی نشان دادند. لذا ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۳ و ۶ که دارای بیشترین مقدار وزن هزار دانه و عملکرد کوانتوم در شرایط بدون تنش بودند از عملکرد دانه کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بودند.

در این آزمایش تعداد دانه در سنبله به‌عنوان مهمترین جزء عملکرد بیشترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه داشت. صفات فنولوژیک (تعداد روز تا گلدهی، رسیدگی و چکمه‌ای شدن) همبستگی مثبتی با صفات مرتبط با قامت گیاه (ارتفاع بوته، طول پدانکل، طول برگ پرچم و طول سنبله) و عملکرد کاه و کلش و شاخص NDVI نشان دادند که بر اساس این گروه از صفات ژنوتیپ شماره ۱۱ برترین بود. در مقابل ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۵ و ۱۴ با دارا بودن کمترین مقادیر این صفات دارای بیشترین سرعت رشد اولیه و دوره پرشدن دانه بودند. در این آزمایش صفات اسپد و دمای کانوپی به‌واسطه دارا بودن کمترین طول بردار صفات مناسبی برای نشان دادن تفاوت بین ژنوتیپ‌ها نبودند اما برعکس صفات عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بونه و طول پدانکل با دارا بودن بیشترین طول برداری، صفات موثری در نشان دادن تنوع بین ژنوتیپ‌ها بودند. استفاده از روش‌های گرافیکی بای پلات ژنوتیپ در صفت به‌عنوان یک ابزار مفید برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و صفات مورد بررسی و مطالعه روابط بین صفات در محیط‌های مختلف و تعیین پروفایل زراعی، مورفولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌ها در محصولات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (۲۳، ۳۶، ۴۷، ۴۸ و ۴۹). در این تحقیق عملکرد دانه در محیط تنش

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

دارای همبستگی مثبتی با طول دوره پر شدن دانه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیست‌توده، طول برگ پرچم، صفات فنولوژیکی و عملکرد کوانتوم داشت بنابراین بر اساس این صفات همبسته با عملکرد دانه ژنوتیپ شماره ۱۲ به‌عنوان برترین ژنوتیپ شناخته شد، از این‌رو می‌توان گفت که استفاده از صفات آگرو-فیزیولوژیک در ارزیابی ژنوتیپ‌های گیاهی در شرایط تنش خشکی می‌تواند رهیافتی مفید و ارزشمند جهت بهبود عملکرد دانه در گیاه باشد به‌گونه‌ای که می‌توان بر این اساس دست به انتخاب رقم زد، که این نتیجه با نتایج کار بوگال و همکاران (۷) مطابقت داشت. در این تحقیق همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته، طول پدانکل و شاخص NDVI مشاهده گردید که بیانگر اهمیت نسبی این صفات در بهبود عملکرد در شرایط تنش رطوبتی است لذا می‌توان گفت از تجزیه همبستگی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک برای ارائه شاخص‌های معتبر در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی که دارای عملکرد بالاتر در محیط‌هایی با تنش رطوبتی هستند، می‌توان استفاده نمود که در تطابق با یافته‌های فرشادفر و همکاران (۱۴) است. در این تحقیق ژنوتیپ شماره ۱۱ با دارا بودن مقدار بالا در صفات مربوط به قامت گیاه، صفات مربوط به مدت زمان دوره رشد رویشی، صفات میزان کاه وکلش، طول سنبله و میزان شاخص نرمال شده پوشش گیاهی توانست عملکرد دانه نسبتاً بالایی به میزان ۳۶۵۳ کیلوگرم در هکتار تولید کند که از این لحاظ عملکرد بالاتری از شاهد برتر رقم ذهاب (۳۵۵۰ کیلوگرم در هکتار) داشت ولی اختلاف معنی‌داری از این لحاظ نشان نداد لذا در این ارتباط می‌توان بیان نمود که صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع بوته، تعداد پنجه، تعداد پنجه بارور، طول سنبله اصلی، طول پدانکل و طول ریشک در زمان بروز تنش‌خشکی در تحمل تنش مؤثر هستند و ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی با انجام تغییرات مورفولوژیکی با کمبود آب مقابله می‌کنند که موضوع توسط محمد و احسان (۳۰)، نوری‌قنبلانی و همکاران (۳۴)، آنجوم و همکاران (۴) و چن و همکاران (۱۰) نیز تأیید گردیده است. ژنوتیپ شماره ۱۴ با دارا بودن بالاترین میزان محتوای نسبی آب برگ و هدایت روزنه‌ای متوسط عملکرد دانه‌ای به میزان ۲۷۴۳ کیلوگرم در هکتار تولید نمود گرچه با شاهد آزمایش اختلاف معنی‌داری نداشت ولی جزء ژنوتیپ‌هایی با عملکرد نسبتاً پایین بود، از این جهت با نتایج کار علوی سینی و همکاران (۳) در تضاد بود. بیشترین میزان صفت طول پدانکل در این تحقیق به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۱، ۴ و ۱۲ بود که از لحاظ عملکرد دانه ژنوتیپ شماره ۱۲ بالاترین عملکرد و ژنوتیپ ۱۱ نیز عملکرد دانه نسبتاً بالایی داشت بنابراین صفت طول پدانکل در گندم در شرایط تنش‌خشکی می‌تواند به‌عنوان صفتی مفید در بهبود عملکرد دانه مفید فایده واقع شود که این مطلب با نتایج کار رحیمی چگنی و همکاران (۳۹) مطابق بود.

مقادیر شاخص‌های تحمل خشکی برای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول ۶ ارائه شده است. از لحاظ شاخص‌های STI، GMP و MP ژنوتیپ‌های شماره ۱۲، ۱۶ و ۷ دارای بیشترین مقدار بودند و جزء ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناسایی شدند و ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۱۰ و ۶ کمترین میزان شاخص‌های مذکور را دارا بودند و از این لحاظ در دسته ژنوتیپ‌های حساس به خشکی قرار داشتند. از لحاظ شاخص‌های TOL، SSI و YSI ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۱۰ و ۴ به‌عنوان ژنوتیپ‌ها مقاوم به خشکی و ژنوتیپ‌های شماره‌های ۷، ۱۳ و ۱۶ به‌عنوان ژنوتیپ‌های حساس شناسایی شدند.

جدول ۶- مقادیر شاخص‌های تحمل خشکی محاسبه شده برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

Table 6. Drought tolerance indices values for the studied genotypes

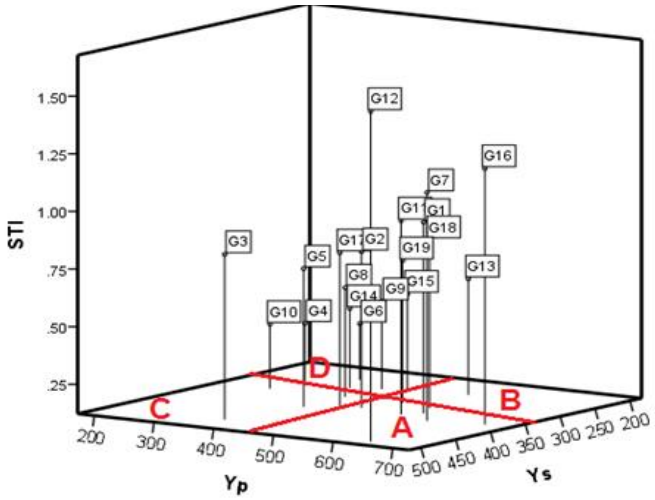
ژنوتیپ	STI	GMP	MP	TOL	SSI	YSI
G1	۰/۹۴۹	۴۴۰/۴	۴۵۲/۳	۲۰۷	۱/۴۳۷	۰/۶۲۸
G2	۰/۷۹۸	۴۰۳/۷	۴۰۷/۰	۱۰۴	۰/۸۷۵	۰/۷۷۳
G3	۰/۸۳۷	۴۱۳/۶	۴۱۷/۰	−۱۰۶	−۱/۱۲۵	۱/۲۹۱
G4	۰/۳۸۸	۲۸۱/۷	۲۸۱/۷	−۳	−۰/۰۴۶	۱/۰۱۲
G5	۰/۷۲۰	۳۸۳/۶	۳۸۳/۷	۱۱	۰/۱۰۶	۰/۹۷۳
G6	۰/۳۶۴	۲۷۲/۷	۲۷۵/۷	۸۱	۰/۹۹۳	۰/۷۴۳
G7	۱/۱۱۱	۴۷۶/۵	۴۸۸/۹	۲۱۹	۱/۴۱۳	۰/۶۳۴
G8	۰/۵۹۴	۳۴۸/۴	۳۵۰/۲	۷۰	۰/۶۹۹	۰/۸۱۹
G9	۰/۵۰۰	۳۱۹/۵	۳۲۵/۳	۱۲۳	۱/۲۲۶	۰/۶۸۳
G10	۰/۳۹۹	۲۸۵/۵	۲۸۶/۸	−۵۶	−۰/۸۳۰	۱/۲۱۵
G11	۰/۹۶۰	۴۴۲/۹	۴۵۱/۲	۱۷۲	۱/۲۳۵	۰/۶۸۰
G12	۱/۵۵۲	۵۶۳/۲	۵۶۷/۷	۱۴۳	۰/۸۶۳	۰/۷۷۷
G13	۰/۶۲۳	۳۵۶/۸	۳۸۰/۵	۲۶۴	۱/۹۹۲	۰/۴۸۴
G14	۰/۴۶۴	۳۰۷/۸	۳۰۹/۸	۷۱	۰/۷۹۴	۰/۷۹۴
G15	۰/۵۴۰	۳۳۲/۲	۳۴۲/۳	۱۶۵	۱/۵۰۳	۰/۶۱۱
G16	۱/۲۳۱	۵۰۱/۵	۵۲۵/۳	۳۱۳	۱/۷۷۲	۰/۵۴۱
G17	۰/۷۹۸	۴۰۳/۸	۴۰۵/۳	۷۰	۰/۶۱۴	۰/۸۴۱
G18	۰/۸۵۱	۴۱۷/۰	۴۳۰/۳	۲۱۳	۱/۵۳۱	۰/۶۰۴
G19	۰/۷۳۷	۳۸۸/۰	۳۹۶/۸	۱۶۶	۱/۳۳۹	۰/۶۵۳

STI: شاخص تحمل تنش، GMP: شاخص میانگین هندسی بهره‌وری، MP: شاخص بهره‌وری متوسط، SSI: شاخص حساسیت به تنش، TOL: شاخص تحمل، YSI: شاخص پایداری عملکرد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

نمودار سه بعدی (3-D) بر اساس مدل فرناندز (۱۹۹۲) برای عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص تحمل خشکی (STI) نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۷، ۱۱، ۱۲، ۱۶ و ۱۷ در ناحیه A قرار گرفتند (شکل ۲). این ژنوتیپ‌ها با توجه به دارا بودن عملکرد بالاتر از میانگین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش و همچنین STI بالا می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های مناسب برای هر دو شرایط انتخاب شوند که با در نظر گرفتن دیگر آزمون‌های فوق‌الذکر ملاحظه می‌گردد که ژنوتیپ‌های ۱۲ و ۷ در این بررسی نیز انتخاب شده‌اند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۱۸ و ۱۹ در ناحیه B قرار گرفتند که با توجه به خصوصیات ژنوتیپ‌های قرار گرفته در این ناحیه مناسب برای شرایط بدون تنش بوده که دارای شاخص SSI بالا هستند و جزء ژنوتیپ‌های حساس به خشکی به‌حساب می‌آیند. بر همین اساس ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۵ در ناحیه C قرار گرفتند که این ژنوتیپ‌ها دارای شاخص SSI کم بودند. بقیه ژنوتیپ‌ها یعنی شماره‌های ۴، ۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۴ و ۱۵ در ناحیه D قرار گرفتند که این ژنوتیپ‌ها معمولاً جزء ژنوتیپ‌های نامطلوب برای انتخاب هستند (شکل ۲).



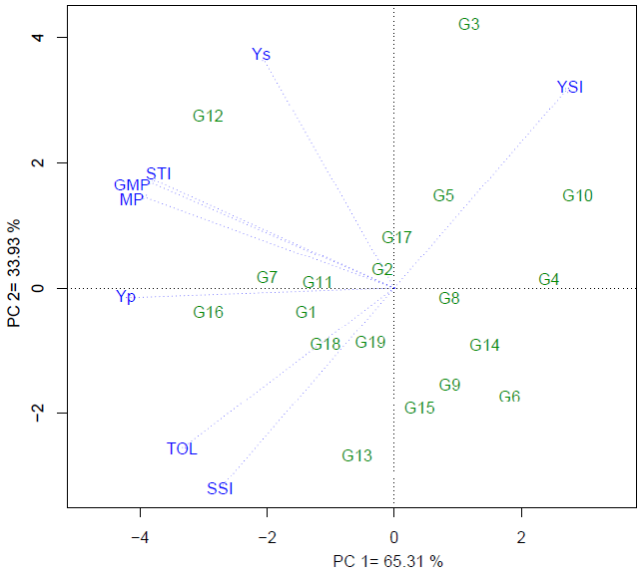
شکل ۲- گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از نمودار سه بعدی (3-D) بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) و شاخص تحمل خشکی (STI)

Figure 2. Grouping of genotypes using three dimentional plot (3-D plot) based on grain yields under rainfed and irrigated conditions and drought tolerance index (STI)

همان‌طور که در جدول ۷ همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی نمایان است، شاخص‌های STI، MP و GMP همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط تنش (Ys) و عملکرد دانه در شرایط غیر تنش (Yp) نشان دادند، که بیانگر اهمیت این شاخص در انتخاب برای تحمل خشکی می‌باشد. لذا استفاده از این شاخص‌ها در انتخاب ژنوتیپ‌ها منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش رطوبتی می‌گردد. استفاده از این شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل خشکی با عملکرد بالا توسط سایر محققین نیز گزارش گردیده است (۲۶، ۳۲، ۳۹). شاخص‌تحمل TOL و شاخص حساسیت به تنش SSI همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری با عملکرد دانه در شرایط غیرتنش (Yp)، در سطح احتمال یک درصد نشان دادند و شاخص تحمل TOL با شاخص‌های STI، GMP و MP همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت. شاخص پایداری عملکرد همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری را با Yp، TOL و SSI نشان داد که نشان می‌دهد در آزمایش با افزایش عملکرد در شرایط بدون تنش میزان شاخص پایداری عملکرد کاهش می‌یابد. همبستگی بین شاخص YSI با SSI منفی و بسیار معنی‌دار بود (r= -1.0)، که این نتیجه با نتایج کار موری و همکاران (۲۸) کاملا مطابق بود چرا که آنها نیز در تحقیق خود بین دو شاخص یاد شده ضریب همبستگی (r= -1.0) را به‌دست آوردند، همچنین نورمندموید و همکاران (۳۵) نیز در آزمایشی که به‌منظور بررسی تنوع صفات کمّی و تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی در گندم نان انجام دادند همبستگی بین این دو شاخص را منفی و معنی‌دار گزارش نمودند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]



شکل ۳- بای پلات مبتنی بر دو مولفه اول حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس مقادیر عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های مقاومت به خشکی برآورد شده برای ۱۹ ژنوتیپ مورد بررسی

Figure 3. Biplot constructed based on first two principal component axes for grain yields under rainfed and irrigated conditions and estimated drought resistance indices for 19 studied genotypes

به‌منظور بررسی روابط بین شاخص‌های محاسبه شده تنش خشکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و غیرتنش از نمایش برداری بای‌پلات (شکل ۳) استفاده گردید، طول نسبتاً بلند بردارهای مربوط به شاخص‌های محاسبه شده نشان دهنده تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها از لحاظ شاخص‌های مذکور بود. شاخص‌های تحمل تنش، میانگین هندسی بهره‌وری و بهره‌وری متوسط همبستگی مثبتی با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش نشان دادند که این نتایج در تطابق با نتایج تجزیه ضرایب همبستگی صفات بود (جدول ۷). بر اساس این شاخص‌ها ژنوتیپ شماره ۱۲ با بیشترین مقدار این شاخص دارای بیشترین میزان تحمل به خشکی بود. شاخص تحمل TOL و SSI دارای همبستگی مثبت و این دو شاخص با صفت عملکرد دانه در شرایط غیرتنش همبستگی مثبت نشان داد ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ و ۱۸ با داشتن بیشترین مقادیر این شاخص‌ها بیشترین حساسیت را به تنش خشکی نشان دادند. این شاخص‌ها با شاخص پایداری عملکرد YSI دارای زاویه حدود ۱۸۰ درجه بوده لذا ژنوتیپ‌های انتخابی در آبیاری تکمیلی بر اساس شاخص YSI علاوه بر دارا بودن بیشترین پایداری عملکرد از بیشترین شاخص مقاومت به خشکی برخوردار هستند. بر این اساس ژنوتیپ‌های ۱۰، ۵ و ۳ با بیشترین پایداری عملکرد در هر دو شرایط دارای بیشترین مقاومت به خشکی بودند. لذا این ژنوتیپ‌ها دارای کمترین میزان حساسیت به خشکی بودند زیرا کمترین مقدار شاخص‌های TOL و SSI را دارا بودند. شاخص پایداری عملکرد با صفت عملکرد در شرایط غیرتنش، شاخص تحمل و شاخص حساسیت به تنش همبستگی منفی و بسیار معنی‌داری داشت (P<0.01). همبستگی منفی و معنی‌دار بین شاخص پایداری عملکرد و حساسیت به تنش (r = -1.0)، با گزارش موری و همکاران (۲۸) کاملاً مطابق بود چرا که آن‌ها نیز در تحقیق خود بین دو شاخص مذکور ضریب همبستگی (r = -1.0) را به‌دست آوردند. همچنین نورمندموید و همکاران (۳۵) نیز در آزمایشی که به‌منظور بررسی تنوع صفات کمّی و تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی در گندم نان انجام دادند همبستگی بین این دو شاخص را منفی و معنی‌دار گزارش نمودند، لذا می‌توان نتیجه گرفت که شاخص SSI دارای همبستگی قوی و منفی با شاخص پایداری عملکرد است.

جدول ۷ - ضرایب همبستگی بین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش و شاخص‌های مقاومت به خشکی

Table 7. Correlation coefficients among grain yields under rainfed and irrigated conditions and drought resistance indices

	Ys	Yp	STI	GMP	MP	TOL	SSI
Yp	۰/۴۵۰						
STI	۰/۷۹۹**	۰/۸۸۴**					
GMP	۰/۷۹۸**	۰/۸۹۶**	۰/۹۹۴**				
MP	۰/۷۵۸**	۰/۹۲۴**	۰/۹۸۹**	۰/۹۹۷**			
TOL	-۰/۱۴۸	۰/۸۱۶**	۰/۴۶۳*	۰/۴۷۷*	۰/۵۳۳*		
SSI	-۰/۳۳۳	۰/۶۶۵**	۰/۲۷۵	۰/۲۹۱	۰/۳۴۳	۰/۹۵۲**	
YSI	۰/۳۳۳	-۰/۶۶۵**	-۰/۲۷۵	-۰/۲۹۱	-۰/۳۴۳	-۰/۹۵۳**	-۱/۰۰۰**

*، **: به‌ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

به‌منظور آگاهی بیشتر از مکانیسم‌های تحمل خشکی، می‌توان به نحوه عملکرد صفات مرتبط آگروفیزیولوژیکی با تحمل خشکی توجه نمود، که در این راستا دارا بودن عملکرد نسبی بالاتر گیاه در شرایط تنش را می‌توان معیاری برای شناخت ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی دانست. از مهم‌ترین این صفات می‌توان به عملکرد کوانتوم فتوسیستم II یا فتوسنتز جاری گیاه، وزن هزار دانه، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته و دمای کانوپی (۲۵) و همچنین صفات تعداد دانه در سنبله محتوای کلروفیل، طول برگ پرچم، عملکرد زیست توده و تعداد روز تا رسیدگی در شرایط تنش اشاره نمود (۲۰).

نتایج این تحقیق نشان داد که تنوع قابل توجهی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس شاخص‌های زراعی، فیزیولوژیکی و میزان تحمل خشکی وجود دارد. بر اساس نتایج حاصل روابط بین صفات مورد بررسی با عملکرد دانه در دو شرایط تنش رطوبتی متفاوت بود که بیانگر تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و نقش سایر صفات مورد بررسی در تعیین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های مقاومت به خشکی نشان داد که شاخص‌های STI، GMP و MP با عملکرد دانه در هر دو شرایط رطوبتی همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند، لذا انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس این شاخص‌ها منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و غیرتنش می‌گردد. بر اساس نتایج حاصل ژنوتیپ شماره ۱۲ با بیشترین میزان تحمل خشکی دارای بیشترین میزان عملکرد در هر دو شرایط رطوبتی بود. این ژنوتیپ بر اساس نمایش بای‌پلات ژنوتیپ در صفت دارای بیشترین عملکرد، زودرسی متوسط، بیشترین طول دوره پر شدن دانه، کمترین تبادل روزنه‌ای و دمای کانوپی و بیشترین عملکرد کوانتوم، طول سنبله و عملکرد زیست توده بود. این ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی باعث افزایش میزان تحمل خشکی در این ژنوتیپ گردیده است که لازم است در برنامه اصلاحی گندم دوروم مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود–کرمانشاه) که امکانات لازم برای اجرای این پروژه را فراهم نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Abdoli, M., M. Saeidi, S. Jalali-Honarmand, S. Mansourifar and M.E. Ghobadi. 2013. Evaluation of some physiological and biochemical traits and their relationships with yield and its components in some improved wheat cultivars under post-anthesis water deficit. Environmental Stresses in Crop Sciences, 6(1): 47-63 (In Persian).
2. Ahmadi, A. and D. Baker. 2001. The effect of water stress on the activities of key regulatory enzymes of the sucrose to starch pathway in wheat. Plant Growth Regulation, 35: 81–91.
3. Alavi Sini, S.M., J. Saba and J. Nasiri. 2013. Evaluation of some physiological traits in drought tolerant lines of bread wheat in rainfed conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 29-1(4): 637-657 (In Persian).
4. Anjum, S.A., X-y. Xie, L-c. Wang, M.F. Saleem, C. Man and W. Lei. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agricultural Research, 6: 2026–2032.
5. Aycicek, M. and T. Yildirim. 2006. Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Pakistan Journal of Botany, 38(2): 417-424.
6. Barrs, H.D. 1968. Determination of water deficits in plant tissues. In Water Deficits and Plant Growth, 235–368 (Ed T. T. Kozolvski). Academic Press.
7. Bogale, A., K. Tesfaye and T. Geleto. 2011. Morpholigical and physiol۱۱ogical attributes associated to drought tolerance of Ethiopian durum wheat genotypes under water deficit. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 1(2): 22-36.
8. Bouslama, M. and W.T. Schapaugh. 1984. Stress tolerance in soybean, part 1, evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. Crop science, 24: 933-937.
9. Chalish, L. and S. Houshmand. 2011. Estimate of heritability and relationship of some durum wheat characters using recombinant inbred lines. Electronic Journal of Crop Production, 4(2): 223-238 (In Persian).
10. Chen, X., D. Min, T.A. Yasir and Y.G. Hu. 2012. Evaluation of 14 morphological, yield-related and physiological traits as indicators of drought tolerance in Chinese winter bread wheat revealed by analysis of the membership function value of drought tolerance (MFVD). Field Crops Research, 137: 195-201.
11. Dolferus, R., X. Ji and R.A. Richards. 2011. Abiotic stress and control of grain number in cereals. Plant Science, 181: 331-341.
12. Ercoli, L., L. Lulli, M. Mariotti, A. Masoni and I. Arduini. 2008. Post-anthesis dry matter and nitrogen dynamics in durum wheat as affected by nitrogen supply and soil water availability. European Journal of Agronomy, 28:138-147.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

13. Farshadfar, E. and R. Amiri. 2018. Assessment of drought resistance in different bread wheat lines using agro-physiological traits and integrated selection index. Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences, 11(1): 79-91 (In Persian).
14. Farshadfar, E., P. Elyasi and H. Hasheminasab. 2013. Incorporation of agronomic and physiological indicators of drought tolerance in a single integrated selection index for screening drought tolerant landraces of bread wheat genotypes. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4: 3314-3325.
15. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Stress Tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress, Publication, Taina, Taiwan. 13-16 Aug. Chapter, 25: 257-270.
16. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars, 1. Grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29(4): 897-912.
17. Ganbalani, A.N., G.N. Ganbalani and D. Hassanpanah. 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iranian. Journal Food and Agriculture and Environment, 7(3-4): 228-234.
18. Hoffmann, W.A. and H. Poorter. 2002. Avoiding bias in calculations of relative growth rate. Annals of Botany, 90: 37-42.
19. Islam, M., K.M. Haque, N. Akter and M.D. Karim. 2014. Leaf chlorophyll dynamics in wheat based on SPAD meter reading and its relationship with grain yield. Scientia Agriculturae. 4: 13-18. 10.15192/PSCP.SA.2014.4.1.1318.
20. Kamrani, M. 2015. Relationship among agro-morphological traits in bread wheat (*Triticum aestivum*) genotypes under irrigated and rainfed conditions. Journal of Agronomy, 14 (4): 254-263.
21. Liu, H., I.R. Searle, D.E. Mather, A.J. Able and J.A. Able. 2015. Morphological, physiological and yield responses of durum wheat to pre-anthesis water-deficit stress are genotype-dependent. Crop and Pasture Science, 66(10): 1024-1038.
22. Moghaddasi, L., V. Rashidi and A. Haghighi. 2010. Effect of drought stress on grain yield and some morphological traits in Durum wheat lines. Journal of Crop Eco-physiology (Agriculture Science), 3(12): 41-53.
23. Mohammadi, R. 2016. Efficiency of yield-based drought tolerance indices to identify tolerant genotypes in durum wheat. Euphytica, 211: 71-89.
24. Mohammadi, R. and A. Amri. 2011. Graphic analysis of trait relations and genotype evaluation in durum wheat. Journal of Crop Improvement 25: 680-696.
25. Mohammadi, R., A.R. Etminan and L. Shoshtari. 2019. Agro-physiological characterization of durum wheat genotypes under drought conditions. Experimental Agriculture, 55(3): 484-499.
26. Mohammadi, R., M. Armion, D. Kahrizi and A. Amri. 2012. Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. International Journal of Plant Production, 4(1): 11-24.
27. Mohammadi, R., M. Geravandi, R. Haghparast, R. Rajabi, A. Abdulahi, F. Mahmodi, R. Malekhosseini, K. Yarkarami and B. Shahsavari. 2020. Study of Grain Yield and Agro-Physiological Characteristics of Some Promising Rainfed Bread Wheat Genotypes under No-Till Condition. Journal of Crop Breeding, 11 (32), 207-217 (In Persian).
28. Moori, S., Y. Emam and H.A. Karimzadeh Sourashjani. 2012. Evaluation of late season drought resistance in wheat cultivars using grain yield, its components and drought resistance indices. Environmental Stresses in Crop Sciences, 5(1): 19-32 (In Persian).
29. Morison, J.I.L., N.R. Baker, P.M. Mullineaux and W.J. Davies. 2008. Improving water use in crop production. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 363(1491): 639-658.
30. Muhammad, K. and K. Ihsan. 2004. Heritability, correlation and path coefficient analysis for some metric traits in wheat. International Journal of Agriculture and Biology, 6(1): 138-142.
31. Munns, R., R.A. James, X.R.R. Sirault, R.T. Furbank and H.G. Jones. 2010. New phenotyping methods for screening wheat and barley for beneficial responses to water deficit. Journal of Experimental Botany, 61(13): 3499-3507.
32. Naghdipoor, A., M. Khodarahmi, A. Poorshahbazi and M. Ismaeilzadeh. 2010. Factor analysis for grain yield and other traits in durum wheat. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 7(1): 84-96 (In Persian).
33. Nouri, A., A. Etminan, J.A. Teixeira DaSilva and R. Mohammadi. 2011. Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turgidum* var. durum Desf.). Australian Journal of Crop Science 5: 8-16.
34. Nouri-Ganbalani, A., G. Nouri-Ganbalani and D. Hassanpanah. 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iran. Journal of Food Agriculture and Environment, 7(3-4): 228-234.
35. Nourmand-Moayyed, F., M.A. Rostami and M.R. Ghanadha. 2001. Evaluation of drought resistance indices in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Iranian Journal Agricultural Science, 32: 795-805 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

36. Pacheco, A., M. Vargas, G. Alvarado, F. Rodríguez, J. Crossa and J. Burgueño. 2016. GEA-R (genotype x environment analysis with R for Windows). Version 2.0. CIMMYT. http://hdl.handle.net/11529/10203 (accessed 20 June 2016).
37. Pask, A., J. Pietragalla and D. Mullan. 2012. Physiological Breeding II: A Field Guide to Wheat Phenotyping. Mexico: CIMMYT.
38. Peterson, D.M., D.M. Wesenberg, D.E. Burrup and C.A. Erickson. 2005. Relationships among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. Crop Science, 45: 1249-1255.
39. Rahimi Chegeni, A., M.R. Bihamta and M. Khodarahmi. 2017. Evaluation of different characteristics of wheat genotypes under drought stress using multivariate statistical. Journal of Crop Breeding, 9(21): 147-155 (In Persian).
40. Rahmati H, A. Nakhzari Moghadam, A. RahemiKarizaki and Z. avarseji. 2020. Evaluation of Drought Tolerance in Durum Wheat Genotypes using Drought Tolerance Indices. Journal of Crop Breeding, 12 (33), 174-183 (In Persian).
41. Rebetzke, G.J., R.A. Richards, A.G. Condon and G.D. Farquhar. 2006. Inheritance of carbon isotope discrimination in bread wheat (Triticum aestivum L.). Euphytica, 150: 97-106.
42. Reynolds, M., D. Bonnett, S.C. Chapman, R.T. Furbank, Y. Manes, D.E. Mather and M.A. Parry. 2011. Raising yield potential of wheat. I. Overview of a consortium approach and breeding strategies. Journal of Experimental Botany, 62(2): 439-352.
43. Ristic, Z., U. Bukovnik and P.V.V. Prasad. 2007. Correlation between heat stability of thylakoid membranes and loss of chlorophyll in winter wheat under heat stress. Crop Science, 47: 2067–2073.
44. Rosielle, A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environments. Crop Science, 21(6): 943-46.
45. Sharifi-Alhoseini, M. and M. Ezzat Ahmadi. 2012. Evaluation of terminal drought tolerance in durum wheat genotypes by using of drought tolerance indices. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 361-367 (In Persian).
46. Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Research, 98(2-3): 222-229.
47. Trethowan, R. and W. Pfieffer. 1999. Challenges and future strategies in breeding wheat for adaptation to drought stress environments.
48. Waraich, E.A., R. Ahmad, M. Ashraf, Y. Saifullah and M. Ahmad. 2011. Improving agricultural Water use efficiency by nutrient management in crop plants. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science, 61(4): 291-304.
49. Xu, N., M. Fok, J. Li, X. Yang and W. Yan. 2017. Optimization of cotton variety registration criteria aided with a genotypecdfxre-by-trait biplot analysis. Scientific reports 7(1): 17237.
50. Yan, W. and J. Frégeau-Reid. 2018. Genotype by Yield Trait (GYT) Biplot: A Novel Approach for Genotype Selection based on Multiple Traits. Scientific Report 8: 1-10.
51. Yan W. and I.R. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Canadian Journal of Plant Science 42: 11-20.
52. Yang, J.C. and J.H. Zhang. 2006. Grain filling of cereals under soil drying. New Phytologist, 169(2): 223-236.
53. Yang, R.C., S. Jana and J.M. Clarke. 1991. Phenotypic diversity and associations of some potentially drought responsive characters in durum wheat. Crop Science, 31: 1484-1491.
54. Zwart, S.J. and W.G.M. Bastiaanssen. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Agricultural Water Management, 69(2): 115-133.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]

Evaluation of Agro-Physiological Characteristics and Drought Tolerance in Some of Durum Wheat Breeding Genotypes

Firouz Shirvani[1], Mashaallah Daneshvar[2], Reza Mohammadi[3] and Ahmad Ismaili[4]

1- Ph.D. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
2 and 4- Assitant Professor and Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran
3- Associate Professor, Dryland Agricultural Research Institute (DARI), AREEO, Sararood Branch, Kermanshah, Iran (Corresponding author: r.mohammadi@areeo.ac.ir)
Received: July 21, 2020 Accepted: September 20, 2020

Abstract

In order to study of agronomic, physiological characteristics, drought tolerance and to identify Agro-physiological traits associated with drought tolerance, 19 durum wheat genotypes consisting of 17 advanced breeding lines and two control cultivars (Saji and Zahab) were evaluated in a randomized complete blocks design with three replicated under both stress (rainfed condition) and non-stress (supplementary irrigation) durum 2017-18 cropping season at Sararood rainfed agricultural research station, Kermanshah, Iran. The genotypes were assessed for grain yield, agro-physiological traits, and some yield-based drought tolerance indices such as stress tolerance index (STI), geometric mean productivity (GMP), mean productivity (MP), tolerance index (TOL), stress susceptible index (SSI) and yield stability index (YSI). Based on the results of ANOVA and mean comparison, significant differences were observed among the genotypes for the statued traits. The genotypes URRACA ،BERKMEN//68.111/WARD و ALTAR 84/STINT//… had the highest grain yield under both stress and non-stress conditions. Based on the genotype x trait biplot analyses, the correlations of studied traits with grain yield was not consistent across both water stress conditions, showing the effect of drought stress on grain yield and the contribution of the traits to yield productivity in durum wheat genotypes. Under stress condition the grain yield was positively associated with spike length, the number of grains per spike (NGPS), grain filling period, biological yield (BY), and days to heading, while under non-stress condition the grain yield positively correlated with NGPS, BY and harvest index. Assessment of genotypes based on drought tolerance indices indicated that the STI, GMP, and MP strongly associated with grain yield under both stress and non-stress conditions; thus, selection of genotypes based on these indices will increased grain yield in both conditions. Based on the results, genotype No. 12 (URRACA) with the highest drought tolerance found to be highest yielding genotype in both conditions. This genotype showed 39.8% superiority than the best control (Zahab cultivar) under rainfed condition; and showed 15% superiority under supplemental irrigation condition than the best check (Saji cultivar). This genotype was characterized as genotypes with high grain yield, moderate in earliness, high grain filling period, lower stomatal conductance and canopy temperature, and high values of chlorophyll fluorescence, spike length, and biological yield. These agronomic and physiological characteristics increased drought tolerance in this genotype, which may be explored in the durum wheat breeding program.

Keywords: Agro-physiological traits, Drought stress indices, Durum wheat, Grain yield, Water stress condition

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2025-11-15]

[DOI: 10.52547/jcb.12.36.117]