دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط آبیاری و تنش خشکی

محمدرضا بی‌همتا[1]، مهدی شیرکوند[2]، جواد حسن‌پور[3] و امین افضلی‌فر[4]

۱- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول: mrghanad@ut.ac.ir)
۲- کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین
۴- دانشجوی دکتری، گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران
تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۴

چکیده

استفاده از ارقام پرمحصول و مقاوم به خشکی در محصولات زراعی یکی از راهکارهای موثری است که در تلفیق سایر روش‌های مدیریت کم آبی می‌تواند تأثیر این پدیده را به حداقل برساند. تحقیق حاضر برای رسیدن به‌این هدف روی ۱۰۰ ژنوتیپ گندم دوروم در شرایط بدون تنش و تنش خشکی صورت گرفت. ژنوتیپ‌ها در هر آزمایش، در قالب طرح لاتیس در سه تکرار ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف ژنوتیپ‌ها از لحاظ تمام صفات در هر دو شرایط آزمایش بسیار معنی‌دار بوده و تنوع ژنتیکی زیادی را بین صفات نشان داد. تجزیه علیت برای عملکرد دانه نشان داد که بیشترین اثر مستقیم و مثبت توسط صفات مقدار کل ماده‌خشک و کمترین اثر صفت تاریخ سنبله‌دهی تا رسیدگی کامل بود. در شرایط تنش خشکی بیشترین اثر مستقیم و مثبت توسط صفت طول پدانکل بود در حالی‌که تعداد سنبله، طول گیاه، مقدار کل ماده‌خشک و تاریخ جوانه‌زنی تا رسیدگی کامل دارای تأثیر مستقیم و منفی بود. تجزیه به عامل‌ها در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به‌ترتیب ۸۰/۵ و ۸۳/۳ درصد از تغییرات را توجیه کرد. برای تعیین برآورد بهتر عملکرد دانه شاخص خشکی STI، SSI، MP، GMPو TOL محاسبه و مشخص گردید که بر اساس شاخص TOL ژنوتیپ‌های ۲۱، ٤٥ و ۳ و با توجه به شاخص‌های MP، GMP و STI ژنوتیپ‌های ۷۸، ۳٤، ۷۱، ۲۱ و ٤٥ دارای برترین پاسخ از لحاظ تحمل به خشکی بودند. براساس تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد بررسی در هر دو شرایط در چهار گروه قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، تجزیه کلاستر، تحمل خشکی، تنش خشکی، گندم دوروم

مقدمه

امروزه، افزایش تولید گندم به‌دلیل بالا رفتن جمعیت انسان روی کره زمین بعنوان چالشی اساسی در کشاورزی می‌باشد (۳۹). خشکی یکی از عوامل مهم محدودیت تولید گیاهان زراعی از جمله گندم در جهان و ایران می‌باشد. این موضوع در مناطق خشک و نیمه خشک جهان بسیار مهم است (۷). با توجه به آمار سازمان خوار و بار جهانی، ۹۰٪ ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است (۲۸). حدود ۳۳ درصد از سطح زیر کشت گندم دنیا و ۵۵ درصد از اراضی زیر کشت گندم کشورهای در حال توسعه از جمله ایران به نحوی تحت تأثیر تنش خشکی قرار دارد (۸۶). پاسخ گیاهان به تنش خشکی وابسته به‌عواملی همچون مرحله توسعه‌ای، شدت و طول مدت تنش و ژنتیک رقم دارد (۲۳). گیاه از طریق سازوکارهای مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعرق کننده، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگه داشتن فتوسنتز و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی می‌تواند در برابر خشکی مقاومت کند (۷۶). در بیشتر مناطق رشد گندم، خصوصاً در مناطق مدیترانه‌ای، مساله پر شدن دانه‌ها با استفاده از مواد فتوسنتزی به‌وسیله چندین تنش زنده و غیرزنده (محیطی) تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در این مناطق، مرحله پر شدن دانه‌ها اغلب بر زمانی منطبق است که درجه حرارت محیط افزایش و ذخیره رطوبتی خاک کاهش می‌یابد. نتیجه نهایی و عمومی این تنش‌ها، چروکیدگی دانه، کاهش وزن هزار دانه و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌باشد (۲۰). پژوهشگران زیادی معتقدند که مراحل زایشی از حساس ترین مراحل نمو گندم به تنش خشکی است (۷۳). کمبود آب هنگام گرده افشانی احتمالاً از طریق آسیب رساندن به فرایند باروری دانه می‌تواند تعداد دانه در سنبله را کاهش دهد (۲۴،۸۸). همچنین، تنش خشکی پس از گرده‌افشانی تا رسیدگی دانه به ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، پیری برگ را تسریع و دوره پرشدن دانه را کاهش داده بنابراین وزن دانه را کاهش می‌دهد (۷۰،۴۱). عزت احمدی و همکاران (۲۶) در ارزیابی خود بر روی چند ژنوتیپ جدید گندم در سال‌های زراعی ۱۳۸۵-۱۳۸۷ در دو شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در آزمایش کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مشاهده کردند که تجزیه واریانس مرکب دارای اثر معنی‌دار در صفات عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه می‌باشد. همچنین شاخص تنش خشکی[1] را به‌عنوان بهترین برآوردکننده عملکرد دانه در شرایط معمولی و محدودیت رطوبتی معرفی کردند. مقدسی و همکاران (۵۹) به‌منظور ارزیابی عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیک لاین‌های گندم دوروم در شرایط تنش کمبود آب از ۱۲ لاین در دو شرایط تنش و بدون تنش استفاده کردند. در این تحقیق آن‌ها یافتند که تنش خشکی موجب کاهش کلیه صفات مورد ارزیابی مخصوصاً عملکرد دانه، تعداد سنبله در هر بوته و شاخص برداشت می‌گردد. در نهایت با استفاده از همبستگی بالای بین شاخص‌های تحمل به خشکی شامل میانگین بهره‌وری[2] و میانگین بهره‌وری هندسی[3] با عملکرد دانه تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش دو لاین را به‌عنوان متحمل‌ترین لاین‌ها به خشکی معرفی کردند. آقایی سربرزه و همکاران (۱) با ارزیابی ۱۸ ژنوتیپ برتر آزمایشات مقایسه عملکرد به‌همراه دو شاهد در دو منطقه به‌مدت سه سال در دو

1-Stress Tolerance Index (STI) 2-Mean Productivity (MP) 3-Geometric Mean Productivity (GMP)
4- Stress Susceptibility Index 5- Tolerance Index

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

شرایط دیم و آبیاری تکمیلی مناطق سرد و سرد معتدل معرفی کردند. با توجه به گسترده بودن و فراگیر شدن همه روزه خشکی در تمام دنیا کلیه کشورها در پی شناسایی گیاهانی با قدرت تحمل زیاد در برابر این تنش غیرزنده می‌باشند. برای تمایز ژنوتیپ‌های متحمل به‌خشکی در شرایط مزرعه چندین شاخص انتخاب بر اساس عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی پیشنهاد شده است. شاخص انتخاب مناسب شاخصی است که ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را از سایر ژنوتیپ‌ها متمایز کند (۳۱). مقادیر بالای TOL نشان‌دهنده حساسیت نسبی ژنوتیپ‌ها به تنش است. شاخص MP نیز به‌صورت متوسط جمع جبری عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش تعریف می‌شود. فرناندز (۳۰) شاخص تحمل تنش را به‌عنوان معیاری برای گزینش ارقام تحمل‌کننده تنش خشکی پیشنهاد کرد. مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهنده تحمل زیاد به‌تنش و عملکرد بالقوه بالا است. شاخص دیگری که توسط فرناندز ارائه شد میانگین بهره‌وری هندسی است. این شاخص در مقایسه با MP در تفکیک ژنوتیپ‌ها از قدرت بالاتری برخوردار است. یکی دیگر از شاخص‌های انتخاب، شاخص حساسیت به تنش است، که فیشر و مورر (۳۲) آن را پیشنهاد دادند. این محققان نشان دادند که ژنوتیپ‌هایی با SSI کمتر از واحد، به خشکی مقاوم‌تر هستند، بنابراین کاهش عملکرد آن‌ها در شرایط خشکی کمتر از کاهش عملکرد متوسط کل ژنوتیپ‌ها است. در راستای بررسی تنوع ژنتیکی گندم توسط شاخص‌های تحمل تنش تحقیقاتی توسط برخی از محققین انجام شده است (۱۹،۸).

هدف از این تحقیق بررسی اثر تنش خشکی بر روی صفات مورفولوژیک و فنولوژیک و ارزیابی تحمل به تنش خشکی گندم‌های دوروم و انتخاب برترین ژنوتیپ‌ها بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور شناسایی برترین ژنوتیپ‌ها تعداد ۱۰۰ ژنوتیپ گندم نان (جدول ۱) تهیه شده از بانک ژن گیاهی ایران که بر اساس ارزیابی‌های سیستماتیک دقیق انتخاب می‌شوند تحت دو شرایط آزمایشی بدون تنش و تنش خشکی به‌صورت طرح لاتیس با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی ورامین (مختصات ´۴۱ و۵۱ عرض شرقی و ´۱۲و ۳۵ طول شمالی) در سال زراعی ۱۳۸۴-۱۳۸۳ اجرا شد. در شرایط تنش خشکی، آخرین آبیاری در ابتدای دوره گلدهی انجام شد، ولی شرایط بدون تنش به‌صورت ۵ دور آبیاری مطابق با آبیاری رایج در منطقه اعمال گردید. این منطقه با ارتفاع ۱۰۲۴ متر از سطح دریا دارای آب و هوای نیمه خشک و متوسط بارندگی سالانه حدود ۱۷۰ میلی‌متر می‌باشد. خاک محل آزمایش رسی لومی و اسیدیته آن ۷/۲ تا ۷/۵ بود. سطح کشت هر لاین در هر پشته ۲ خط ۲/۵ متری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم و فاصله هر پشته از پشته دیگر ۶۰ سانتی‌متر بود. بین هر بلوک با بلوک بعدی یک متر فاصله و در هر تکرار ۱۰ بلوک قرار داشت. بین هر تکرار با تکرار بعدی به اندازه ۲ پشته فاصله قرار داشت. نام ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به‌صورت جدول ۱ می‌باشد. در این آزمایش صفاتی چون تاریخ جوانه‌زنی (SeD)[۱]، درصد جوانه‌زنی (SP)[۲]، تاریخ پنجه‌دهی (TD)[۳]، تعداد کل پنجه‌ها (NT)[۴]، زمان ساقه رفتن(StD)[۵]، زمان سنبله‌دهی (SpD)[۶]، تعداد روز جوانه‌زنی تا سنبله‌دهی (DTS)[۷]، تعداد سنبله‌ها (NS)[۸]، رسیدگی فیزیولوژیکی (PM)[۹] زمان رسیدن (MD)[۱۰]، طول گیاه (PH)[۱۱]، طول سنبله (SL)[۱۲]، طول پدانکل (PEL)[۱۳]، طول ریشک (AL)[۱۴]، تعداد دانه در سنبله (NGS) [۱۵]، وزن دانه ۵ سنبله (SGW)[۱۶]، عملکرد دانه (GY)[۱۷]، وزن صد دانه (100 GW) [۱۸]، مقدار کل ماده خشک (TB) [۱۹]، شاخص برداشت (HI)[۲۰]، وزن سنبله (SW)[۲۱]، شاخص برداشت سنبله (SHI)[۲۲]، سطح برگ پرچم (FLA)[۲۳] و زمان سنبله‌دهی تا رسیدن کامل (SDM)[۲۴] اندازه‌گیری شدند. در نهایت پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در مزرعه و آزمایشگاه به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از جمله مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ همبستگی بین کلیه صفات و عملکرد دانه در راستای تشخیص مهم‌ترین صفات زراعی مؤثر در روند تشکیل دانه و محاسبه میزان تأثیر آنها در عملکرد دانه توسط رگرسیون گام‌به‌گام، تجزیه علیت و تجزیه به عامل‌ها بر اساس روش مولفه‌های اصلی و چرخش واریمکس بر روی عامل‌ها انجام شد. همچنین به‌منظور تعیین ژنوتیپ متحمل به تنش خشکی از شاخص‌های تحمل به خشکی نظیر MP، GMP و STI،SSI و TOL محاسبه و استفاده شد.

1- Seedling Date 2- Seedling Percentage 3- Tillering Date 4- Number of Tiller 5- Stalking Date 6- Spike Date
7- Days to Spikin 8- Number of Spike 9- Physiological Maturity 10- Maturity Date 11- Plant Height
12- Spike Length 13- Peduncle Length 14- Awn Length 15- Number of Grains per Spike
16- Spike Grain Weight 17- Grain Yield 18-100 Grain Weight 19- Total Biomass 20- Harvest Index
21- Spike Weight 22-Spike Harvest Index 23-Flag Leaf Surface 24- Spiking Date until Maturity

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد ارزیابی

Table 1. Information of under studied wheat genotypes

شماره	ژنوتیپ	منشاء	شماره	ژنوتیپ	منشاء	شماره	ژنوتیپ	منشاء	شماره	ژنوتیپ	منشاء
۱	۲۰۲۳	ایران	۲۶	۲۵۷۸	ایران	۵۱	۴۴۰۷	ایران	۷۶	۱۴۷۶	نامشخص
۲	۳۶۸۴	ایران	۲۷	۴۲۵۱	ایران	۵۲	۴۰۵۲	ایران	۷۷	۴۱۷۴	ایران
۳	۱۹۸۰	نامشخص	۲۸	۳۵۸۳	ایران	۵۳	۴۱۵۵	ایران	۷۸	۳۷۲۹	ایران
۴	۱۷۱۶	ایران	۲۹	۴۳۵۵	ایران	۵۴	۴۲۶۸	ایران	۷۹	۴۱۷۲	ایران
۵	۳۷۱۶	ایران	۳۰	۴۲۸۳	ایران	۵۵	۴۳۸۴	ایران	۸۰	۴۳۳۱	ایران
۶	۴۲۳۹	ایران	۳۱	۱۹۹۸	نامشخص	۵۶	۵۰۷۸	پرتغال	۸۱	۲۰۵۶	ایران
۷	۴۳۲۷	ایران	۳۲	۱۹۹۰	نامشخص	۵۷	۴۲۱۵	ایران	۸۲	۳۹۸۹	نامشخص
۸	۴۰۵۶	ایران	۳۳	اگوستا سفید	مکزیک	۵۸	۲۵۸۱	ایران	۸۳	۱۴۸۸	ایران
۹	۲۵۶۳	ایران	۳۴	۲۱۷۹	ایران	۵۹	۲۰۱۰	ایران	۸۴	سرداری	ایران
۱۰	۴۴۴۸	مکزیک	۳۵	۴۱۲۷	ایران	۶۰	۴۳۵۷	ایران	۸۵	۳۷۳۷	ایران
۱۱	۱۹۸۱	نامشخص	۳۶	۲۱۷۱	ایران	۶۱	۱۴۲۳	ایران	۸۶	۴۲۳۸	ایران
۱۲	۲۵۲۴	ایران	۳۷	۴۴۲۴	ایران	۶۲	۴۲۴۴	ایران	۸۷	۴۳۷۱	ایران
۱۳	۱۷۰۸	ایران	۳۸	۵۳۲۰	آرژانتین	۶۳	۳۴۷۴	ایران	۸۸	۲۰۳۳	ایران
۱۴	۳۴۲۸	نامشخص	۳۹	۲۱۵۵	ایران	۶۴	۱۳۵۴	نامشخص	۸۹	۱۳۹۲	نامشخص
۱۵	۲۰۱۱	ایران	۴۰	۱۹۷۵	نامشخص	۶۵	۱۴۶۹	ایران	۹۰	۲۸۵۳	مکزیک
۱۶	۴۱۳۲	ایران	۴۱	۴۳۳۷	ایران	۶۶	۲۵۳۳	ایران	۹۱	۲۱۶۸	ایران
۱۷	۴۴۰۲	ایران	۴۲	۳۰۵۳	نامشخص	۶۷	۱۴۷۳	نامشخص	۹۲	۴۰۳۴	ایران
۱۸	۲۱۵۷	ایران	۴۳	۵۳۲۹	استرالیا	۶۸	۲۱۳۲	ایران	۹۳	آذر ۲	ایران
۱۹	۴۴۰۱	ایران	۴۴	۲۸۵۵	نامشخص	۶۹	۵۳۲۷	آرژانتین	۹۴	۴۰۸۳	ایران
۲۰	۴۳۳۹	ایران	۴۵	۳۵۰۵	نامشخص	۷۰	۲۱۶۲	ایران	۹۵	۴۳۴۴	ایران
۲۱	۴۳۸۵	ایران	۴۶	۲۸۱۰	نامشخص	۷۱	۴۲۲۸	ایران	۹۶	۱۴۰۰	نامشخص
۲۲	۴۵۵۷	ایالات متحده	۴۷	۱۹۸۶	نامشخص	۷۲	۱۸۱۶	ایران	۹۷	۴۳۷۰	ایران
۲۳	۱۳۹۹	نامشخص	۴۸	۱۵۰۳	ایران	۷۳	۳۵۶۶	ایران	۹۸	۴۷۰۷	جمهوری چک
۲۴	۵۳۸۶	ایران	۴۹	۲۸۹۲	نامشخص	۷۴	۳۶۹۹	ایران	۹۹	۳۳۷۳	ایران
۲۵	۱۹۸۵	نامشخص	۵۰	۴۳۷۹	ایران	۷۵	۲۱۴۶	ایران	۱۰۰	۳۵۰۶	نامشخص

$$SSI = \frac{1-\left(\frac{Y_S}{Y_P}\right)}{1-\left(\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}\right)}, \quad MP = \frac{Y_S + Y_P}{2}, \quad GMP = \sqrt{(Y_S \times Y_P)}, \quad STI = \frac{Y_S \times Y_P}{\overline{Y}_P^2}, \quad TOL = Y_P - Y_S$$

همبستگی بین شاخص‌های فوق نیز محاسبه و نمودارهای آنها رسم گردید و به کمک آنها گروه‌بندی ارقام مطابق با گروه‌بندی فرناندز صورت پذیرفت تا در نهایت بهترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی در این تحقیق شناسایی و برای استفاده در کارهای بعدی تولید رقم استفاده گردند. در نهایت تجزیه خوشه‌ای برای نمایش گرافیکی و تأیید تجزیه‌های انجام شده قبل با روش وارد[1] و ماتریس تشابه فاصله اقلیدسی بر روی ژنوتیپ‌ها در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 16.1[3]، SASS 9.1[2] و PAST 2.15[4] انجام و محاسبه گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جداول ۲ و ۳) روی تمام صفت مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های گندم نان در ابتدا با استفاده از طرح اجرا شده آزمایش (لاتیس مربع) انجام گرفت و به‌دلیل اینکه سودمندی نسبی این طرح نسبت به طرح بلوک‌های کامل تصادفی پایین بود (کمتر از ده درصد) کلیه تجزیه‌ها براساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. در نهایت با توجه به تجزیه داده‌ها مشخص شد که در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی تمام ژنوتیپ‌ها از لحاظ تمام صفات بسیار معنی‌دار هستند. یعنی در بین ژنوتیپ‌ها تنوع ژنتیکی بالایی از لحاظ صفات مورد ارزیابی وجود دارد که دست محققان را برای انتخاب این صفات باز می‌گذارد. همچنین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها (جداول ۲ و ۳) برترین ژنوتیپ‌ها در صفت تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌های ۸۷، ۸۶ و ۹۷، در صفت وزن صد دانه ژنوتیپ‌های ۴۰، ۶۱ و ۸۱، در صفت شاخص برداشت ۲۷، ۴۸ و ۸۳، صفت تعداد سنبله ۶۲، ۷۳ و ۶۷ و صفت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ۸۹، ۳۷ و ۶۱ برترین میانگین‌ها را در شرایط بدون تنش به‌خود اختصاص داده‌اند. همچنین در شرایط تنش خشکی در صفت تعداد دانه در سنبله ژنوتیپ‌های ۷۳، ۹۰ و ۳۶، در صفت وزن صد دانه ژنوتیپ‌های ۹۵، ۳۳ و ۷۰، در صفت شاخص برداشت ۸۹، ۳۵ و ۳۴، صفت تعداد سنبله ۷۳، ۴۳ و ۲۹ و صفت عملکرد دانه ژنوتیپ‌های ۳۱، ۶۶ و ۳۴ برترین میانگین‌ها را داشتند. دستفال و همکاران (۱۶) نیز تأثیر معنی‌داری را بر روی عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی در داراب را تحت دو شرایط تنش ملاحظه کردند. به اعتقاد آن‌ها کاهش تعداد دانه در سنبله در اثر خشکی بدلیل کاهش تعداد دانه در سنبلچه در هر سنبله صورت می‌گیرد. بنا به اعتقاد برخی از پژوهشگران، این کاهش ممکن است در اثر مرگ دانه‌های گرده بواسطه افزایش ABA در شرایط تنش باشد (۷۸). به‌طورکلی بین ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات اختلاف مشاهده کردند، هرچند این اختلاف‌ها براساس تجزیه واریانس برای برخی از آن‌ها معنی‌دار نبود (۱۶). در این مطالعه تنش خشکی تعداد دانه در

1-Ward method 2- Statistical Analysis System 3- Statistical Package for Social Sciences
4- Paleontological Statistics software package for education and data analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]
[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

سنبله را در کلیه ژنوتیپ‌ها تحت تأثیر قرار داد که این موضوع با توجه به جدول ۵ برای صفت تعداد دانه در سنبله معنی‌دار است، احتمالاً حساسیت این صفت به خشکی را در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی نشان می‌دهد که این نتایج با تحقیقات دستفال و همکاران (۱۶) مطابقت داشت. اعمال تنش در مرحله گرده افشانی (گلدهی) موجب اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه می‌گردد (۶۶،۱۴) که می‌تواند دلیلی بر کاهش تعداد دانه در ژنوتیپ‌های تحت تنش گندم باشد. وزن صد دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در گندم می‌باشد و بسته به طول دوره و مرحله وقوع تنش به نحو متفاوتی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۳۳). در این تحقیق وزن صد دانه همان‌طور که ذکر شد دارای تفاوت معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها بود. کاهش وزن صد دانه ژنوتیپ‌ها به واسطه تنش خشکی احتمالاً به دلیل دمای گرمتر طی روزهای پایانی دوره رشد و بنابراین کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه می‌باشد. از آنجا که در شرایط گرما تعرق گیاه افزایش می‌یابد احتمال رویارویی گیاه با تنش خشکی زیادتر می‌شود. در این صورت طول دوره رشد کاهش پیدا کرده و دانه‌ها کوچکتر می‌شوند (۸۹). رویو و همکاران (۷۰) نیز دریافتند که تنش خشکی از مرحله گلدهی تا رسیدگی، به‌ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، دوره پرشدن دانه و وزن هزار دانه را در تریتیکاله (*X. triticosecale*) کاهش می‌دهد. نتایج این تحقیق با نتایج برخی دیگر از محققان مطابقت داشت (۳۰،۲۷). ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده در شرایط بدون تنش نشان دهنده همبستگی معنی‌دار منفی بین عملکرد با تاریخ جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی، تاریخ پنجه‌دهی، تاریخ ساقه رفتن، زمان سنبله‌دهی، تعداد روز جوانه‌زنی تا سنبله‌دهی، طول ریشک و سطح برگ پرچم بود. همچنین دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات مقدار کل ماده‌خشک، شاخص برداشت و زمان سنبله‌دهی تا رسیدن کامل بود. همچنین ضرایب همبستگی در شرایط تنش خشکی نشان‌دهنده رابطه منفی و معنی‌دار بین عملکرد با صفات تاریخ جوانه‌زنی، تاریخ پنجه‌دهی، تاریخ ساقه رفتن، زمان سنبله‌دهی، تعداد روز جوانه زنی تا سنبله‌دهی، طول سنبله، طول ریشک و سطح برگ پرچم و نیز ضریب همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفات طول گیاه، طول پدانکل، وزن صد دانه، شاخص برداشت و زمان سنبله‌دهی تا رسیدن کامل بود. تولید ماده‌خشک بیشتر تحت شرایط تنش خشکی به‌خصوص در طول دوره پر شدن دانه دارای یک مزیت خواهد بود چون انتقال اسیمیلات‌ها از بخش‌های رویشی یک گیاه به دانه به‌طور معنی‌داری در عملکرد سهم و نقش دارد (۶۷). خشکی القاکننده تحرک ابتدایی کربوهیدارت‌های ذخیره‌ای بدون ساختار از ساقه و غلاف‌های برگ می‌باشند در حالی‌که فراهم کننده یک نسبت بیشتری از وزن خشک دانه در زمان رسیدگی می‌باشند. می‌توان ۷۰ تا ۹۲٪ از ماده‌خشک دانه را تحت شرایط خشکی را گزارش کرد (۹۲). به‌نظر می‌رسد که، مقدار ذخایر فتوسنتزی بیشتر توسط بدست آوردن بیان حداکثر عملکرد بیولوژیکی خواهد بود که منجر به عملکرد دانه کافی و مناسب تحت شرایط تنش خشکی می‌گردد. بنابراین، عملکرد بیولوژیکی می‌تواند یک عامل اصلی در افزایش عملکرد دانه باشد. برخی از نتایج این تحقیق با گزارشات بدست آمده از مراه و همکاران (۵۵) و همچنین کیریگوی و همکاران (۵۱) مطابقت داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات در شرایط بدون تنش

Table 2. Analysis of variance of traits under non-stress condition

منابع تغییرات	df(درجه آزادی)	MS (میانگین مربعات)												
صفات		SeD	SP	TD	NT	StD	SpD	DTS	NS	PM	MD	PH	SL
بلوک	۹	۰/۲۶۸**	۰/۱۱۴**	۰/۲۹۸**	۰/۷۸۹**	۰/۱۶۰**	۰/۳۷۴**	۰/۵۹۹**	۰/۲۶۲**	۰/۳۴۶**	۰/۵۱۴**	۱۱/۵۲۱**	۱/۱۰۶**
تیمار	۹۹	۳/۵۰۳**	۷۸/۳۸۷**	۷۳/۳۶۹**	۵/۰۱۹**	۱۱۰/۱۲۰**	۱۷۳/۶۹۷**	۱۳۶/۰۸۰**	۰/۶۸۴**	۵۹/۸۶۳**	۶۴/۸۶۷**	۴۶۲/۹۰۵**	۲۱/۰۰۳**
خطا	۱۹۱	۰/۳۲۲	۰/۳۵۴	۰/۶۶۳	۰/۵۶۵	۰/۲۷۹	۰/۳۵۹	۰/۵۵۱	۰/۳۲۱	۰/۳۴۳	۰/۳۰۷	۹/۵۱۶	۰/۶۳۴
صفات		PeL	AL	NGS	SGW	GY	100GR	TB	HI	SW	SHI	FLA	SDM
بلوک	۹	۴/۱۱۶**	۰/۶۴۶**	۰/۷۳۱**	۰/۰۰۱**	۷۳۲/۴۰۰**	۰/۰۰۱**	۱/۹۱۶**	۰/۰۰۱**	۰/۰۱۹**	۰/۰۰۳**	۳/۶۹۷**	۱/۳۶۴**
تیمار	۹۹	۱۰۴/۳**	۴۶/۷۳۷**	۱۹/۵۷۱**	۶/۶۹۱**	۴۳۷۰۷۴۳/۳۰**	۰/۸۱۲**	۴۵/۲۷۰**	۰/۰۱۴**	۰/۱۶۵**	۰/۰۲۴**	۴۲/۹۸۶**	۱۳۰/۷۳۵**
خطا	۱۹۱	۳/۸۰۵	۰/۲۹۷	۰/۷۲۳	۰/۰۰۴	۸۹۶/۱۰۰	۰/۰۰۱	۱/۰۱۱	۰/۰۰۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴	۲/۳۲۰	۰/۷۱۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات در شرایط تنش خشکی

Table 3. Analysis of Variance of traits under stress condition

منابع تغییرات	df(درجه آزادی)	MS (میانگین مربعات)												
صفات		SeD	SP	TD	NT	StD	SpD	DTS	NS	PM	MD	PH	SL
بلوک	۹	۰/۲۶۸**	۰/۲۱۷*	۰/۲۹۸**	۰/۹۶۰**	۰/۱۶۹**	۰/۲۳۱**	۰/۸۵۹**	۱/۲۱۳**	۰/۳۳۳**	۰/۲۷۲**	۷/۲۵۹**	۰/۹۸۸**
تیمار	۹۹	۳/۵۰۳**	۱۷/۹۴۱**	۷۳/۳۶۹**	۳/۰۳۰**	۱۰۸/۸۴۶**	۱۹۴/۵۲۲**	۱۵۱/۸۷۵**	۰/۸۳۳**	۳۹/۶۶۸**	۴۰/۰۲۵**	۴۳۳/۹۱۶**	۱۷/۲۱۳**
خطا	۱۹۱	۰/۳۲۲	۰/۲۹۳	۰/۶۶۳	۰/۷۱۵	۰/۲۹۶	۰/۴۲۲	۰/۹۰۵	۰/۶۱۴	۰/۳۵۱	۰/۳۲۶	۵/۶۸۹	۰/۷۲۱
صفات		PeL	AL	NGS	SGW	GY	100GR	TB	HI	SW	SHI	FLA	SDM
بلوک	۹	۹/۹۴۹**	۰/۲۴۰**	۰/۳۷۴**	۰/۰۰۱**	۱۶۶۳۱/۴۰۰**	۰/۰۰۱**	۳/۲۲۶**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۲**	۵/۷۸۴**	۰/۸۱۹**
تیمار	۹۹	۸۱/۲۴۲**	۴۵/۵۸**	۱۳/۲۹۹**	۲/۶۶۱**	۲۴۱۵۱۳۸**	۰/۵۱۴**	۱۳۲/۳۱۵**	۰/۰۱۶**	۰/۰۶۳**	۰/۰۱۱**	۲۸/۲۵۷**	۱۳۲/۲۰۳**
خطا	۱۹۱	۶/۳۷۲	۰/۲۹۱	۰/۴۶۱	۰/۰۰۲	۱۴۶۴۶/۷۰۰	۰/۰۰۱	۲/۸۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۵/۴۸۸	۰/۸۱۰

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

جدول ۴- آزمون چند دامنه‌ای دانکن بر روی صفات در شرایط بدون تنش

Table 4. Duncan's Multiple Range Test on traits under non-stress condition

ژنوتیپ	TB (گرم)	HI	PH (سانتی‌متر)	GY (گرم)	100GW (گرم)	NGS	SL (سانتی متر)
	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین
۱	۴۳/۶۷	۰/۵۰	۱۱۹	۷۹۰۰/۳	۴/۷۵	۴۳/۶۶	۹/۶۶۶
۲	۳۷/۶۷	۰/۳۸	۱۲۵/۳۳	۷۱۸۸/۱	۴/۷۱	۳۷/۶۶	۱۱/۶۶
۳	۴۲/۶۷	۰/۳۶	۱۲۵	۵۶۸۰/۳	۴/۴۹	۴۲/۶۶	۱۰/۶۶
۴	۴۲/۳۳	۰/۲۹	۱۳۱/۳۷	۶۰۰۱/۳	۴/۳۶	۴۲/۳۳	۱۱
۵	۳۸/۶۷	۰/۳۴	۱۲۷/۳۳	۶۶۴۳/۲	۴/۳۱	۳۸/۶۶	۸/۶۶۶
۶	۴۱/۰۰	۰/۲۹	۱۴۳/۳۳	۷۵۹۲/۷	۴/۰۷	۴۱	۱۱
۷	۴۱/۶۷	۰/۲۹	۱۲۶	۵۸۵۴/۲	۴/۵۴	۴۱/۶۶	۱۱
۸	۳۷/۶۷	۰/۴۹	۱۲۶/۶۷	۷۳۷۵/۴	۴/۵۱	۳۷/۶۶	۱۱/۱۶
۹	۴۲/۶۷	۰/۳۰	۱۱۶/۳۳	۵۲۶۹/۱	۴/۰۵	۴۲/۶۶	۱۱/۳۳
۱۰	۴۲/۶۷	۰/۳۹	۸۳/۶۶۷	۸۱۱۴/۳	۵/۱۱	۴۲/۶۶	۱۷
۱۱	۳۴/۶۷	۰/۳۹	۱۲۴/۶۷	۷۲۰۴/۹	۵/۰۱	۳۴/۶۶	۱۰/۳۳
۱۲	۴۰/۶۷	۰/۳۶	۱۱۵/۳۳	۷۱۵۴/۷	۴/۴۰	۴۰/۶۶	۱۰
۱۳	۴۰/۳۳	۰/۳۰	۱۲۹/۳۳	۷۷۲۶/۵	۴/۹۱	۴۰/۳۳	۱۴/۶۶
۱۴	۳۴/۰۰	۰/۳۳	۱۲۲	۷۲۱۱/۶	۳/۸۰	۳۴	۱۰
۱۵	۳۸/۳۳	۰/۳۰	۱۲۲	۶۲۸۲/۱	۳/۵۱	۳۸/۳۳	۱۰/۳۳
۱۶	۳۸/۰۰	۰/۳۳	۱۴۳/۳۳	۶۷۸۷	۴/۲۱	۳۸	۱۵/۶۶
۱۷	۴۱/۳۳	۰/۳۳	۱۱۳/۳۳	۷۳۵۸/۷	۴/۷۱	۴۱/۳۳	۱۴/۶۶
۱۸	۳۵/۰۰	۰/۳۰	۱۲۰	۶۷۶۶/۹	۵/۰۰	۳۵	۱۴
۱۹	۳۷/۶۷	۰/۲۹	۱۲۱/۳۳	۵۱۵۲/۱	۴/۲۰	۳۷/۶۶	۱۸/۶۶
۲۰	۴۴/۶۷۷	۰/۳۷	۸۶	۵۶۲۰/۲	۵/۰۴	۴۴/۶۶	۱۶
۲۱	۳۶/۶۷	۰/۳۰	۱۳۱/۳۳	۴۲۹۹/۵	۳/۵۲	۳۶/۶۶	۱۷
۲۲	۴۰/۰۰	۰/۳۲	۱۱۴	۵۱۱۸/۶	۵/۱۷	۴۰	۱۳/۳۳
۲۳	۴۳/۰۰	۰/۴۹	۱۳۰	۷۶۴۹/۵	۵/۰۶	۴۳	۹/۶۶
۲۴	۴۴/۳۳	۰/۳۲	۱۱۳/۶۷	۳۹۴۵/۱	۵/۰۶	۴۴/۳۳	۶/۶۶
۲۵	۳۹/۶۷	۰/۳۳	۱۲۶/۳۷	۷۰۵۷/۸	۴/۳۵	۳۹/۶۶	۱۰/۶۶
۲۶	۳۷/۰۰	۰/۴۱	۱۲۳/۳۳	۷۸۸۶/۹	۴/۲۲	۳۷	۱۲/۶۶
۲۷	۴۰/۶۷	۰/۵۵	۱۳۰	۸۶۵۲/۵	۳/۸۲	۴۰/۶۶	۱۰/۶۶
۲۸	۴۱/۳۳	۰/۳۸	۱۳۳	۶۰۹۴/۹	۴/۴۷	۴۱/۳۳	۱۷/۳۳
۲۹	۳۹/۰۰	۰/۳۱	۸۲	۵۹۵۴/۵	۴/۴۷	۳۹	۱۴
۳۰	۴۵/۳۳	۰/۳۶	۱۱۵/۶۷	۷۷۱۹/۷	۵/۰۶	۴۵/۳۳	۱۲/۶۶
۳۱	۴۱/۳۳	۰/۳۱	۱۳۲	۸۸۱۳	۵/۱۳	۴۱/۳۳	۱۰/۶۶
۳۲	۴۲/۰۰	۰/۳۹	۱۲۴/۳۳	۶۶۲۱۸	۴/۷۷	۴۲	۱۱/۱۶
۳۳	۴۲/۰۰	۰/۵۰	۱۲۲/۶۷	۷۲۵۵/۱	۵/۰۳	۴۲	۱۲/۳۳
۳۴	۳۹/۳۳	۰/۳۴	۱۲۲/۶۷	۸۵۱۲/۱	۴/۲۲	۳۹/۳۳	۱۰/۵
۳۵	۴۰/۰۰	۰/۳۱	۱۲۷/۶۷	۵۶۸۰/۳	۴/۶۰	۴۰	۱۷/۳۳
۳۶	۴۳/۰۰	۰/۴۷	۱۲۶	۷۳۵۵/۴	۵/۰۵	۴۳	۱۰/۶۶
۳۷	۴۴/۶۷	۰/۴۶	۱۲۲	۱۰۱۵۴	۴/۳۹	۴۴/۶۶	۱۲/۶۶
۳۸	۳۷/۶۷	۰/۳۲	۱۲۹/۳۳	۴۰۰۸/۷	۴/۶۰	۳۷/۶۶	۱۲/۳۳
۳۹	۴۲/۰۰	۰/۴۱	۱۲۳/۳۳	۷۲۴۸/۷	۴/۴۶	۴۲	۱۰/۳۳
۴۰	۴۱/۳۳	۰/۳۳	۱۲۰/۶۷	۷۴۴۹	۵/۶۶	۴۱/۳۳	۱۱
۴۱	۴۲/۶۷	۰/۲۹	۱۲۶	۷۷۱۹/۷	۵/۲۳	۴۲/۶۶	۱۲
۴۲	۴۰/۶۷	۰/۴۰	۱۲۶	۶۱۴۵	۴/۷۱	۴۰/۶۶	۱۰/۳۳
۴۳	۴۰/۰۰	۰/۲۹	۱۱۳/۶۷	۵۰۸۸/۵	۵/۱۲	۴۰	۷/۶۶
۴۴	۴۰/۰۰	۰/۴۴	۱۲۵/۳۳	۷۷۶۹/۹	۵/۰۳	۴۰	۱۶/۶۶
۴۵	۳۹/۳۳	۰/۳۸	۱۰۵/۳۳	۴۸۷۴/۶	۴/۸۱	۳۹/۳۳	۱۲/۳۳
۴۶	۴۱/۶۷	۰/۴۳	۶۹۸۷/۶	۱۲۶	۴/۷۰	۴۱/۶۶	۱۷/۶۶
۴۷	۳۹/۶۷	۰/۳۹	۱۲۸	۶۳۹۵/۸	۴/۲۲	۳۹/۶۶	۱۰/۳۳
۴۸	۴۲/۰۰	۰/۵۲	۱۲۱/۳۳	۶۳۹۵/۸	۴/۵۲	۴۲	۱۰
۴۹	۲۵/۳۳	۰/۳۴	۱۲۳/۳۳	۶۶۸۳/۳	۳/۲۱	۲۵/۳۳	۱۶/۳۳
۵۰	۴۰/۳۳	۰/۴۱	۱۰۲	۶۰۵۱/۴	۴/۶۱	۴۰/۳۳	۱۵/۶۶
۵۱	۴۴/۰۰	۰/۳۰	۹۷/۶۶۷	۵۰۶۸/۵	۴/۵۲	۴۴	۱۶/۶۶
۵۲	۴۰/۳۳	۰/۴۶	۱۲۸/۶۷	۷۵۲۵/۹	۳/۹	۴۰/۳۳	۱۰/۶۶
۵۳	۳۴/۰۰	۰/۴۰	۱۲۴/۳۳	۷۷۵۳/۲	۳/۵۱	۳۴	۱۱/۳۳
۵۴	۴۰/۳۳	۰/۳۰	۱۲۷/۶۷	۶۵۹۳	۴/۴۲	۴۰/۳۳	۱۴/۳۳
۵۵	۳۹/۰۰	۰/۳۰	۱۲۳	۷۷۰۶/۴	۴/۵۱	۳۹	۱۵/۶۶
۵۶	۳۸/۳۳	۰/۲۹	۱۲۶/۳۷	۵۰۱۸/۳	۳/۹۰	۳۸/۳۳	۱۱/۳۳
۵۷	۳۹/۰۰	۰/۳۱	۱۳۱/۳۳	۶۷۳۳/۵	۴/۰۶	۳۹	۱۵
۵۸	۴۰/۳۳	۰/۵۱	۱۲۵/۶۷	۷۴۳۸/۹	۵/۲۶	۴۰/۳۳	۱۳
۵۹	۳۷/۰۰	۰/۳۱	۱۲۵	۷۹۳۷/۱	۳/۸۲	۳۷	۱۳
۶۰	۴۰/۳۳	۰/۳۰	۹۲/۳۳	۶۵۱۹/۵	۴/۶۲	۴۰/۳۳	۱۸
۶۱	۴۱/۶۷	۰/۲۵	۱۲۷/۶۷	۹۸۵۲/۸	۵/۵۵	۴۱/۶۶	۱۰/۶۶
۶۲	۴۰/۰۰	۰/۴۳	۱۲۴	۷۵۱۲/۵	۴/۷۱	۴۰	۱۰/۳۳
۶۳	۴۱/۳۳	۰/۳۳	۱۲۱	۵۱۷۸/۸	۵/۱۲	۴۱/۳۳	۱۰/۶۶
۶۴	۴۳/۰۰	۰/۳۸	۱۲۴	۷۰۵۴/۴	۵/۱۲	۴۳	۱۰
۶۵	۴۰/۶۷	۰/۴۷	۱۲۳	۸۲۴۱/۳	۵/۲۱	۴۰/۶۶	۱۲
۶۶	۴۱/۰۰	۰/۴۶	۱۳۰	۸۲۵۱/۳	۴/۸۱	۴۱	۹/۶۶
۶۷	۴۱/۳۳	۰/۳۰	۱۵۳/۳۳	۷۳۲۵/۳	۵/۲۱	۴۱/۳۳	۱۱/۳۳
۶۸	۴۳/۰۰	۰/۴۳	۱۴۳/۳۳	۷۶۳۶/۲	۵/۰۱	۴۳	۱۴
۶۹	۴۰/۰۰	۰/۳۲	۱۱۲/۳۳	۵۵۴۳/۲	۳/۴۲	۴۰	۱۲
۷۰	۴۲/۳۳	۰/۲۹	۱۱۷	۸۴۷۸/۷	۴/۹۱	۴۲/۳۳	۱۱
۷۱	۳۸/۳۳	۰/۳۸	۱۲۳/۳۳	۹۶۴۲/۲	۵/۰۲	۳۸/۳۳	۱۰/۶۶
۷۲	۴۱/۳۳	۰/۴۰	۱۲۹	۶۸۸۳/۹	۴/۲۱	۴۱/۳۳	۱۲/۶۶
۷۳	۴۳/۳۳	۰/۳۲	۱۰۱/۳۳	۷۳۸۵/۴	۴/۹۰	۴۳/۳۳	۱۴
۷۴	۴۴/۶۷	۰/۳۳	۱۲۷/۳۳	۶۷۱۶/۷	۴/۷۶	۴۴/۶۶	۱۲
۷۵	۴۱/۰۰	۰/۴۰	۱۱۶	۷۸۷۳/۶	۳/۰۲	۴۱	۱۳/۳۳
۷۶	۴۴/۳۳	۰/۴۸	۱۲۴/۶۷	۷۳۹۸/۸	۵/۲۰	۴۴/۳۳	۱۴/۶۶
۷۷	۳۸/۰۰	۰/۳۸	۱۲۷/۳۳	۷۷۵۹/۹	۴/۷۱	۳۸	۱۸/۶۶
۷۸	۴۰/۳۳	۰/۴۴	۱۲۴	۸۷۸۲/۹	۴/۲۳	۴۰/۳۳	۱۱/۶۶
۷۹	۴۱/۳۳	۰/۳۷	۱۲۴	۸۰۰۷/۳	۵/۰۱	۴۱/۳۳	۱۴/۶۶
۸۰	۳۶/۳۳	۰/۳۰	۱۲۶/۶۷	۷۸۰۳/۴	۵/۲۳	۳۶/۳۳	۱۵/۳۳
۸۱	۴۴/۶۷	۰/۳۱	۱۲۸/۶۷	۵۷۶۳/۹	۵/۵۱	۴۴/۶۶	۱۰/۶۶
۸۲	۴۱/۶۷	۰/۳۰	۱۲۶	۹۱۵۰/۷	۴/۴۴	۴۱/۶۶	۱۳
۸۳	۴۰/۳۳	۰/۵۲	۱۲۴	۸۰۹۷/۵	۳/۵۳	۴۰/۳۳	۱۳/۵
۸۴	۴۰/۰۰	۰/۴۷	۱۱۹	۵۹۹۱/۳	۴/۰۵	۴۰	۱۲
۸۵	۴۴/۰۰	۰/۳۴	۱۲۵/۳۳	۷۴۸۵/۷	۴/۶۰	۴۴	۱۰
۸۶	۴۵/۶۷	۰/۳۳	۱۳۱	۷۰۳۷/۷	۴/۸۱	۴۵/۶۶	۱۰/۶۶
۸۷	۴۷/۳۳	۰/۳۲	۸۲/۳۳	۶۹۹۴/۳	۵/۰۱	۴۷/۳۳	۱۶/۳۳
۸۸	۳۷/۳۳	۰/۳۰	۱۱۶/۶۷	۶۳۷۲/۱	۳/۴۳	۳۷/۳۳	۱۰/۶۶
۸۹	۴۱/۳۳	۰/۴۹	۱۳۱/۳۳	۱۰۲۲۷	۵/۰۲	۴۱/۳۳	۹/۶۶
۹۰	۴۰/۳۳	۰/۳۰	۱۳۰/۳۳	۶۹۱۰/۷	۴/۷۰	۴۰/۳۳	۱۰
۹۱	۴۳/۳۳	۰/۳۰	۱۲۰/۳۳	۶۳۵۵/۷	۵	۴۳/۳۳	۱۰
۹۲	۴۲/۰۰	۰/۳۰	۱۳۰	۷۷۲۶/۵	۴/۹۰	۴۲	۱۱
۹۳	۴۲/۳۳	۰/۳۱	۱۱۵/۶۷	۶۳۵۹	۴/۵۵	۴۲/۳۳	۱۱/۶۶
۹۴	۴۱/۳۳	۰/۳۱	۱۲۷/۶۷	۶۳۱۵/۵	۴/۴۲	۴۱/۳۳	۱۱
۹۵	۳۸/۳۳	۰/۴۱	۱۲۷	۶۱۳۸/۴	۴/۷۱	۳۸/۳۳	۱۹
۹۶	۴۰/۰۰	۰/۴۹	۱۳۳	۷۲۹۵/۲	۴/۴۲	۴۰	۶/۳۳۳
۹۷	۴۵/۳۳	۰/۳۸	۸۲	۶۹۰۰/۷	۵/۰۲	۴۵/۳۳	۱۵/۳۳
۹۸	۳۸/۳۳	۰/۳۳	۱۱۹	6125	۴/۴۲	۳۸/۳۳	۱۲
۹۹	۴۱/۰۰	۰/۳۶	۹۲/۳۳	۶۳۹۲/۵	۴/۶۲	۴۱	۱۱
۱۰۰	۴۲/۶۷	۰/۲۹	۱۲۳/۳۳	۶۲۰۱/۹	۴/۸۰	۴۲/۶۶	۱۲
LSR 5%	۱/۶۳۰	۰/۰۳۳	۴/۸۲۳	۶/۳۶۱	۴۶/۳۰۸	۱/۳۳۰	۱/۳۰۰
LSR 1%	۲/۱۵۰	۰/۰۴۴	۶/۳۶۱	۴/۸۲۳	۶۱/۰۷۶	۱/۷۵۴	۱/۷۱۵

TB– بیوماس کل، HI– شاخص برداشت، PH– ارتفاع گیاه، GY– عملکرد دانه، GW 100– وزن ۱۰۰ دانه، NGS– تعداد دانه هر سنبله و SL– طول سنبله

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

جدول ۵– ازمون چند دامنه‌ای دانکن بر روی صفات در شرایط تنش خشکی

Table 5. Duncan's Multiple Range Test on traits under stress condition

ژنوتیپ	TB (گرم)	HI	PH (سانتیمتر)	GY (گرم)	100GW (گرم)	NGS	SL (سانتی‌متر)
	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین	میانگین
۱	۱۷/۶۶	۰/۳۲	۱۱۸/۳۳	۵۷۷۳/۹	۴/۱	۳۷/۰	۹/۰
۲	۲۵	۰/۱۵۴	۱۱۳/۳۳	۳۸۵۸/۲	۴/۳	۳۶/۳	۹/۷
۳	۲۵	۰/۱۷	۱۱۷/۶۷	۴۳۷۳/۱	۴/۳	۳۵/۷	۱۱/۰
۴	۱۹	۰/۲۵	۱۱۹/۳۳	۴۷۸۱	۴/۲	۳۸/۷	۱۱/۰
۵	۲۳	۰/۱۶	۱۱۹/۶۷	۳۷۰۴/۴	۴/۳	۳۸/۳	۹/۷
۶	۱۹	۰/۲۳	۱۱۵/۳۳	۴۵۶۰/۳	۴/۲	۳۵/۷	۱۲/۰
۷	۲۳	۰/۲۰	۱۱۹/۳۳	۴۷۰۴/۱	۳/۶	۳۳/۷	۱۰/۰
۸	۳۸	۰/۱۵	۱۱۳/۳۳	۵۸۱۴/۱	۴/۰	۳۷/۰	۱۰/۷
۹	۱۴	۰/۲۲	۱۱۸	۳۱۰۹/۳	۳/۸	۳۹/۰	۱۱/۷
۱۰	۱۴/۳۳	۰/۲۳	۷۹/۳۳	۳۴۰۰/۲	۴/۴	۴۰/۷	۱۷/۳
۱۱	۲۰/۱۶	۰/۲۷	۱۱۸	۵۴۷۶/۴	۳/۹	۳۸/۳	۱۰/۰
۱۲	۱۹/۶۶	۰/۱۸	۱۱۴	۳۶۳۷/۵	۳/۷	۳۷/۷	۱۰/۷
۱۳	۱۴/۱۶	۰/۳۰	۱۰۲/۳۳	۴۳۹۶/۵	۳/۵	۳۸/۷	۱۲/۷
۱۴	۱۸/۹	۰/۲۳	۱۲۲/۶۷	۴۴۹۳/۴	۴/۳	۳۶/۷	۱۰/۰
۱۵	۱۶/۱۶	۰/۲۳	۱۲۱	۳۷۸۴/۷	۳/۸	۳۸/۰	۱۰/۳
۱۶	۱۳/۵	۰/۲۷	۱۲۴/۶۷	۳۶۹۱	۳/۴	۳۶/۷	۱۴/۰
۱۷	۲۷	۰/۱۶	۱۰۲/۶۷	۴۴۱۶/۵	۴/۱	۳۸/۳	۱۴/۷
۱۸	۲۰/۸۳	۰/۲۱	۱۱۶/۳۳	۴۵۳۰/۲	۴/۰	۳۵/۰	۱۳/۳
۱۹	۳۲/۱۶	۰/۱۲	۱۰۲/۳۳	۳۹۱۱/۷	۴/۴	۳۳/۷	۱۵/۷
۲۰	۴۱/۶۶	۰/۰۹	۸۱/۶۶	۳۹۶۸/۵	۳/۶	۳۷/۰	۱۶/۷
۲۱	۲۷/۳۳	۰/۱۴	۱۱۷/۳۳	۴۰۶۵/۵	۳/۶	۳۶/۷	۱۶/۰
۲۲	۲۷/۳۳	۰/۱۳	۱۰۷/۶۷	۳۶۵۷/۶	۲/۸	۳۵/۷	۱۳/۰
۲۳	۱۴/۱	۰/۳۸	۱۲۴	۵۴۶۶/۴	۳/۶	۳۵/۷	۱۰/۷
۲۴	۱۳	۰/۲۸	۱۰۵	۳۷۰۱/۱	۴/۱	۳۷/۷	۱۰/۰
۲۵	۱۶	۰/۲۷	۱۲۵/۳۳	۴۴۵۰	۴/۲	۳۷/۷	۱۰/۳
۲۶	۱۵/۳۳	۰/۲۹	۱۱۴/۶۷	۴۵۶۰/۳	۳/۶	۳۴/۷	۱۲/۳
۲۷	۱۷/۳۳	۰/۱۸	۱۲۲/۳۳	۳۱۹۹/۶	۴/۰	۳۷/۷	۱۱/۳
۲۸	۲۱/۴۳	۰/۲۲	۱۲۲/۳۳	۴۷۰۰/۷	۳/۶	۳۸/۰	۱۱/۰
۲۹	۱۵/۳۳	۰/۲۷	۷۶/۳۳	۴۲۰۹/۳	۳/۸	۴۰/۷	۱۵/۰
۳۰	۲۷/۸۳	۰/۱۸	۱۰۷/۳۳	۵۰۲۱/۷	۳/۸	۳۴/۷	۱۱/۷
۳۱	۲۵/۱۶	۰/۲۶	۱۲۲/۶۷	۶۶۶۳/۳	۴/۴	۳۴/۰	۱۰/۳
۳۲	۲۲/۸۳	۰/۲۲	۱۲۳/۳۳	۵۲۱۸/۹	۴/۴	۳۸/۷	۱۰/۸
۳۳	۱۰/۱	۰/۳۱	۹۹/۳۳	۳۲۳۳	۴/۹	۳۶/۷	۱۲/۳
۳۴	۱۲/۱	۰/۴۰	۱۱۶	۴۹۵۱/۵	۴/۶	۳۷/۷	۹/۷
۳۵	۱۱/۱	۰/۴۱	۱۳۰/۶۷	۴۶۰۳/۸	۴/۰	۳۳/۷	۱۷/۰
۳۶	۲۹/۳۳	۰/۱۵	۱۱۴/۶۷	۴۶۶۰/۶	۳/۴	۴۱/۳	۱۱/۷
۳۷	۱۸	۰/۳۳	۱۱۲/۶۷	۶۰۶۱/۵	۴/۲	۳۷/۷	۱۱/۰
۳۸	۱۷/۹۳	۰/۱۸	۱۱۴/۶۷	۳۲۵۶/۴	۴/۱	۳۹/۷	۱۳/۳
۳۹	۱۴/۸۳	۰/۳۲	۱۱۲/۳۳	۴۸۰۴/۴	۳/۳	۳۵/۷	۱۲/۰
۴۰	۳۱/۶۶	۰/۲۰	۱۲۶/۳۳	۶۴۵۲/۶	۴/۱	۳۵/۷	۱۰/۳
۴۱	۲۵/۵	۰/۱۶	۱۲۲/۶۷	۶۰۲۱/۳	۳/۵	۳۴/۷	۱۲/۰
۴۲	۲۰/۱۶	۰/۱۶	۱۱۳/۳۳	۳۳۶۳/۴	۳/۲	۳۲/۷	۱۰/۳
۴۳	۲۰/۶۶	۰/۱۵	۹۱/۳۳	۳۲۹۶/۵	۳/۱	۳۴/۷	۸/۰
۴۴	۲۴/۸۳	۰/۱۸	۱۱۳/۳۳	۴۶۱۷/۱	۴/۰	۳۸/۷	۱۵/۳
۴۵	۳۷/۶۶	۰/۱۱	۱۰۹	۴۲۳۹/۴	۳/۹	۳۳/۷	۱۲/۸
۴۶	۲۱/۸۳	۰/۱۹	۱۱۱/۶۷	۴۲۶۶/۱	۳/۸	۳۶/۷	۱۵/۰
۴۷	۲۴/۸۳	۰/۱۶	۱۱۳/۳۳	۴۱۲۲/۳	۴/۲	۳۸/۷	۹/۰
۴۸	۱۴/۸۳	۰/۲۵	۱۰۶/۳۳	۳۷۳۷/۹	۴/۰	۳۵/۷	۹/۷
۴۹	۲۲/۳۳	۰/۱۵	۱۱۳	۳۴۵۷	۴/۰	۳۷/۷	۱۵/۷
۵۰	۲۷/۱۶	۰/۱۷	۸۵/۳۳	۴۸۴۴/۵	۳/۶	۳۵/۷	۱۶/۳
۵۱	۲۴/۹۶	۰/۱۳	۸۱/۳۳	۳۳۵۳/۴	۳/۴	۳۸/۷	۱۶/۷
۵۲	۲۷	۰/۱۸	۱۱۳/۶۷	۴۹۲۴/۷	۴/۱	۳۹/۷	۱۰/۳
۵۳	۳۲/۸۳	۰/۱۲	۱۱۶	۴۱۵۹/۱	۳/۱	۳۵/۷	۱۰/۰
۵۴	۲۱/۳۳	۰/۱۹	۱۱۷/۶۷	۴۲۶۶/۱	۴/۱	۳۶/۷	۱۴/۳
۵۵	۱۹/۶۶	۰/۲۱	۱۲۰/۶۷	۴۲۰۹/۳	۳/۸	۳۸/۳	۱۸/۷
۵۶	۲۸/۷	۰/۱۳	۱۱۴	۳۶۵۴/۳	۳/۱	۳۴/۰	۱۱/۰
۵۷	۲۱/۱۶	۰/۱۵	۱۰۶	۳۲۰۶/۳	۳/۳	۳۳/۳	۱۴/۳
۵۸	۲۴/۶۶	۰/۲۴	۱۱۹	۵۷۶۳/۹	۴/۵	۳۷/۷	۱۱/۷
۵۹	۳۰	۰/۱۳	۱۲۱	۳۸۵۸/۲	۴/۱	۳۵/۷	۱۲/۳
۶۰	۳۰/۱۶	۰/۱۹	۸۶/۶۶	۵۹۶۷/۹	۴/۰	۳۶/۰	۱۸/۳
۶۱	۳۰/۳۳	۰/۲۰	۱۲۱/۶۷	۶۲۶۵/۴	۴/۰	۳۶/۷	۱۱/۷
۶۲	۲۹/۸۳	۰/۱۳	۱۱۵/۳۳	۴۰۲۲	۳/۷	۳۳/۰	۱۰/۳
۶۳	۱۹	۰/۲۰	۱۱۳/۶۷	۳۹۹۱/۹	۳/۵	۳۷/۰	۱۱/۷
۶۴	۲۵/۵	۰/۲۰	۱۲۸/۳۳	۵۱۶۲/۱	۴/۴	۳۶/۷	۹/۷
۶۵	۱۶	۰/۲۵	۱۱۴	۴۱۴۵/۷	۳/۸	۳۵/۷	۱۱/۷
۶۶	۲۳/۱۶	۰/۲۸	۱۲۵	۶۵۷۹/۷	۳/۷	۳۷/۳	۱۰/۷
۶۷	۱۸/۱۶	۰/۲۵	۱۲۲/۶۷	۴۶۷۰/۶	۴/۲	۳۹/۰	۱۱/۰
۶۸	۲۱	۰/۱۷	۱۲۴	۳۷۵۷/۹	۴/۰	۳۸/۷	۱۲/۰
۶۹	۱۶/۶۶	۰/۱۸	۱۱۰/۶۷	۳۰۸۵/۹	۳/۸	۳۸/۰	۱۲/۰
۷۰	۱۸/۳۳	۰/۲۲	۱۱۲/۳۳	۴۱۶۹/۱	۴/۸	۳۵/۷	۱۲/۰
۷۱	۳۲	۰/۱۷	۱۱۵/۳۳	۵۷۷۰/۶	۳/۶	۳۴/۳	۱۰/۷
۷۲	۲۱/۹۳	۰/۲۱	۱۰۵/۶۷	۴۷۶۰/۹	۴/۶	۳۷/۷	۱۲/۷
۷۳	۲۰/۱۶	۰/۳۱	۹۹/۶۶	۶۲۷۵/۴	۴/۴	۴۱/۷	۱۴/۰
۷۴	۲۳	۰/۲۱	۱۱۷	۴۹۱۸	۴/۴	۳۷/۷	۹/۳
۷۵	۱۷/۸۳	۰/۱۸	۱۰۴/۳۳	۳۲۶۲/۱	۳/۸	۲۶/۷	۱۲/۰
۷۶	۲۱/۶۶	۰/۱۵	۱۱۹	۳۴۷۰/۴	۴/۳	۳۰/۷	۱۲/۰
۷۷	۲۱	۰/۱۷	۱۱۵/۶۷	۳۷۱۴/۴	۴/۴	۳۷/۷	۱۸/۷
۷۸	۱۴/۸۳	۰/۳۷۷۹	۱۱۷	۵۶۲۰/۱	۴/۴	۳۸/۷	۱۰/۰
۷۹	۲۳/۶۶	۰/۱۵۷۹	۱۱۲/۳۳	۳۷۳۷/۹	۳/۶	۳۶/۰	۱۲/۳
۸۰	۲۴/۷۶	۰/۱۸	۱۱۳/۶۷	۴۵۶۰/۳	۳/۴	۳۳/۷	۱۳/۰
۸۱	۱۷/۵	۰/۲۷	۱۱۷/۶۷	۴۸۶۷/۹	۴/۰	۳۶/۷	۱۰/۳
۸۲	۳۱/۳۳	۰/۱۱	۱۲۰/۳۳	۳۷۲۱/۱	۴/۴	۳۸/۷	۱۱/۷
۸۳	۱۹/۸۳	۰/۲۹	۱۰۷/۶۷	۵۸۷۴/۲	۳/۴	۳۵/۷	۱۲/۷
۸۴	۱۹/۷۷	۰/۲۲	۱۰۸	۴۵۵۳/۶	۴/۱	۳۸/۰	۱۲/۷
۸۵	۳۲	۰/۱۳	۱۲۱/۶۷	۴۲۰۹/۳	۳/۶	۳۶/۰	۱۰/۰
۸۶	۲۸/۵	۰/۱۶	۱۱۹/۳۳	۴۷۷۴/۳	۴/۴	۳۸/۷	۱۰/۳
۸۷	۲۵/۵	۰/۱۴	۷۱/۳۳	۳۷۱۴/۴	۴/۰	۴۰/۷	۱۷/۰
۸۸	۱۵	۰/۴۰	۱۱۵	۶۱۲۱/۶	۳/۳	۳۳/۰	۱۱/۰
۸۹	۱۳/۳۳	۰/۴۱	۱۱۷/۳۳	۵۵۶۰	۴/۷	۳۶/۰	۹/۷
۹۰	۲۰/۱۶	۰/۱۹	۱۱۵/۳۳	۳۹۲۸/۴	۴/۱	۴۱/۷	۱۰/۳
۹۱	۱۳/۹۶	۰/۳۰	۱۱۸/۶۷	۴۲۶۶/۱	۴/۱	۳۵/۷	۱۱/۰
۹۲	۲۰/۱۶	۰/۱۷	۱۰۵/۶۷	۳۵۲۳/۹	۳/۶	۳۸/۷	۱۰/۰
۹۳	۱۹/۳۳	۰/۱۶	۱۰۸	۳۱۳۲/۷	۴/۳	۳۸/۷	۱۲/۰
۹۴	۲۶	۰/۱۵۸	۱۱۴/۳۳	۴۱۳۵/۷	۳/۹	۳۸/۷	۱۰/۳
۹۵	۱۶/۷۳	۰/۲۱	۱۲۸	۳۶۶۴/۳	۴/۹	۳۷/۷	۱۶/۰
۹۶	۱۷/۱	۰/۳۲	۱۱۰/۶۷	۵۶۳۳/۵	۴/۱	۳۱/۷	۷/۳
۹۷	۳۹/۶۶	۰/۱۰	۷۰/۳۳	۴۲۰۲/۶	۴/۳	۳۶/۷	۱۵/۷
۹۸	۲۰/۵	۰/۱۹	۱۱۴	۳۹۳۸/۵	۴/۶	۳۵/۰	۱۲/۳
۹۹	۱۵/۵	۰/۲۰	۸۵/۶۶	۳۱۸۶/۲	۴/۵	۳۵/۷	۱۳/۳
۱	۳۲/۳۳	۰/۱۳	۱۱۶/۶۷	۴۴۰۹/۹	۴/۱	۳۵/۷	۱۲/۰
LSR 5%	۲/۷۴۹	۰/۰۲۵	۳/۸۲۰	۱۹۵/۲۱	۰/۰۳۵۵	۱/۰۵۵	۱/۳۷۷
LSR 1%	۳/۶۲۶	۰/۰۳۳	۵/۰۳۹	۲۵۷/۴۶	۰/۰۴۶۹	۱/۳۹۱	۱/۸۱۶

TB– بیوماس کل، HI– شاخص برداشت، PH– ارتفاع گیاه، GY– عملکرد دانه، GW 100– وزن ۱۰۰ دانه، NGS– تعداد دانه هر سنبله و SL– طول سنبله

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

همبستگی فنوتیپی میان صفات مختلف در هر دو شرایط دیم و آبیاری نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار ماده خشک و عملکرد سنبله با عملکرد دانه بوده است و طول سنبله همبستگی منفی با عملکرد دانه در هر دو شرایط نشان داده است با این تفاوت که در شرایط بدون تنش معنی‌دار نگردیده که احتمالاً به دلیل خطای آزمایش بوده و در شرایط تنش این ضریب همبستگی معنی‌دار شده است اما مقدار آن بسیار پایین می باشد که معنی‌دار بودن آن به علت تعداد زیاد نمونه است که با درجه آزادی ۹۸ در جدول همبستگی مقایسه و باعث معنی‌دار بودن آن شده است. بدیهی است ضریب همبستگی پایین در آزمایشاتی که تعداد نمونه زیاد است از لحاظ آماری معنی‌دار می‌شود اما ممکن است از لحاظ بیولوژیکی مفهوم خاصی را برای محقق نداشته باشد. طالبی و همکاران (۸۵)، عطارباشی و همکاران (۱۱) و سبحانی و چودری (۸۴) نیز یافته‌های مشابهی را در گندم گزارش کردند. در این آزمایش همبستگی بین عملکرد دانه با طول گیاه در محیط بدون تنش منفی و در محیط تنش خشکی مثبت و معنی‌دار بود. این موضوع در تأیید با مشاهده دنسیچ و همکاران (۱۷) در گندم است. یک همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و عملکرد دانه مشاهده شده است. این بدین مفهوم است که افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های تحت شرایط تنش نتیجه افزایش وزن صد دانه بوده و نتیجه افزایش طول سنبله و تعداد دانه در سنبله نمی‌باشد. همبستگی منفی بین طول ریشک و عملکرد دانه اشاره به اهمیت این صفت در اصلاح عملکرد تحت شرایط تنش خشکی دارد. که دلیل آن را می‌توان رابطه غیر مستقیم این صفات با عملکرد دانه گیاه دانست و در یک برنامه اصلاحی براساس انتخاب غیرمستقیم عمل کرد. یک چنین ارتباطی ناشی از قدرت گیاهان در انجام فتوسنتز بواسطه ریشک‌ها و نرخ تنفس پایین‌تر در سطوح این اندام‌ها می‌باشد (۶۴،۵۲). اوانس و واردلو (۲۴) استدلال کردند که پدانکل گندم بوسیله سطح سبز بیشتر، شدت فتوسنتز بیشتر و مجاورت بیشتر با سنبله نقش مهمی را در پر کردن دانه بازی می‌کند. برخی دیگر از نویسندگان همبستگی مثبت بین طول پدانکل و عملکرد دانه گندم را به تجمع مواد فتوسنتزی در این اندام و انتقال مجدد آن‌ها به درون دانه‌های پرشده نسبت داده‌اند (۲۱). به نظر می‌رسد که مواد ذخیره‌ای یافت شده در ساقه و به‌خصوص در پدانکل، سهم بیشتری در پر شدن دانه تحت شرایط تنش دارند به‌طوری‌که افزایش فتوسنتز جاری (کاهش منبع انرژی) و تقاضای دانه‌ها برای مواد فتوسنتزی نسبت به شرایط بدون تنش زیاد می‌باشد. در این آزمایش همانند دیگر آزمایش‌ها یک همبستگی مثبت معنی‌دار بین طول پدانکل و عملکرد دانه گیاه وجود داشت. طول گیاه دارای یک همبستگی مثبت با عملکرد دانه گیاه بود. اهدائی و واینز (۲۲) بیان کردند که اگرچه گندم‌های بومی دارای عملکرد پایینی نسبت به گندم‌های پاکوتاه هستند، اما آن‌ها دارای عملکرد پایدار بیشتری تحت شرایط تنش خشکی انتهای فصل می‌باشند. ریچاردز و همکاران (۶۹) اظهار کردند که در طول مرحله گلدهی، تنش خشکی از بین برنده فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده درون دانه‌ها می‌باشد که می‌تواند عامل کاهش تعداد و وزن دانه‌ها تحت شرایط تنش شدید باشد. یاداو و همکاران (۹۱) نشان دادند خشکی پس از گلدهی عملکرد دانه ارزن مرواریدی را کاهش می‌دهد. این کاهش عملکرد از طریق کاهش سه جزء مهم عملکرد یعنی تعداد پنجه در متر مربع، وزن دادنه و تعداد دانه در خوشه بود که با نتیجه بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. آن‌ها نشان دادند که برای تعداد پایین دانه در سنبله با گیاهان بلندتر گندم نسبتی وجود دارد. با توجه به طیف گلدهی متفاوت ارقام احتمالاً بخشی از پاسخ متفاوت ارقام به‌دلیل فنولوژی متفاوت آن‌ها باشد. کاهش وزن صد دانه ارقام مختلف به تنش خشکی نشان‌دهنده عدم تامین فتوسنتزی مورد تقاضای دانه‌ها تحت این شرایط می‌باشد. چنین واکنش به تنش خشکی در مطالعات دیگر نیز گزارش شده است. برای مثال عزیزی نیا و همکاران (۱۲) و کریمی و همکاران (۴۵) به ترتیب تأثیر معنی‌دار تنش خشکی را بر روی وزن هزار دانه ارقام مختلف گندم و جو مشاهده کردند. واکنش متفاوت وزن هزار دانه ارقام به تنش خشکی نشان‌دهنده حساسیت یا مقاومت آن‌ها به شرایط تنش می‌باشد. با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن هزار دانه با میزان عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به نظر می‌رسد که بالا بودن وزن هزار دانه در شرایط تنش خشکی هماهنگ با عملکرد دانه تحت این شرایط باشد. برخلاف نتایج مشاهده شده در شرایط تنش ارتباط بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه تحت شرایط آبیاری ضعیف به‌نظر می‌رسید. دلیل چنین واکنشی احتمالاً به‌خاطر گنجایش محدود مخزن‌ها (محدودیت مخزن) و عدم توانایی آن‌ها در جذب مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه می‌باشد که در منابع دیگر نیز به آن اشاره شده است (۱۳). ارتباط مثبت بین تعداد دانه با عملکرد بالای دانه در شرایط آبیاری احتمالاً به‌خاطر ظرفیت بالای مخزن و بهره‌وری از مواد فتوسنتزی بیشتر باشد. این نتایج با مشاهدات می و همکاران (۵۶) مطابقت داشت که اظهار داشتند که راهکاری جدید در اصلاح گندم زمستانه در چین به‌منظور افزایش پتانسیل عملکرد اصلاح ژنوتیپ‌های با تعداد دانه بیشتر در هر سنبله می‌باشد.

نتایج تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام تحت هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی با در نظر گرفتن عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و دیگر صفات به‌عنوان متغیرهای مستقل محاسبه شد. در شرایط بدون تنش دو صفت مقدار کل ماده خشک و شاخص برداشت به ترتیب با مقادیر R^2 ۰/۲۱۱ و ۰/۷۵۴ وارد مدل شدند و در نهایت ۹۶٪ از تغییرات داده‌ها را در عملکرد توجیه کردند. با توجه به این صفات، در مدل رگرسیونی، درصد زیادی از تغییرات عملکرد شناسایی و تعیین گردید. لیلا و الخطیب (۵۲) نشان دادند که پنج صفت شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی، تعداد سنبله در متر مربع، وزن دانه در سنبله و طول سنبله به مدل رگرسیون گام‌به‌گام وارد شده‌اند. از طرف دیگر در این آزمایش، تجزیه گام‌به‌گام در شرایط تنش خشکی نشان‌دهنده هفت صفت وارد شده به مدل رگرسیونی با توجیه ۷۲٪ از تغییرات عملکرد بود. این صفات به‌ترتیب عبارت از مقدار کل ماده‌خشک، طول گیاه،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

زمان رسیدن، تاریخ جوانه‌زنی، تعداد سنبله، شاخص برداشت سنبله و طول پدانکل بودند. خاوری نژاد و باباجانوف (۴۸) نیز در تجزیه گام‌به‌گام بر روی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی صفت شاخص برداشت را در بین صفات وارد شده به مدل در شرایط تنش خشکی مشاهده کردند که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. همچنین نتایج این تحقیق با یافته‌های محمد (۶۰)؛ لیلا و الخطیب (۵۲) مطابقت دارد. در شرایط تنش خشکی شاخص برداشت (۰/۲۳۳) و مقدار کل ماده خشک به‌ترتیب دو صفت اول وارد شده به مدل بودند که همبستگی مثبت و بالای آن‌ها نیز تأییدکننده این مطلب بود. همچنین صفات طول گیاه (۰/۰۳۰)، زمان رسیدن (۰/۰۲۵)، تاریخ جوانه‌زنی (۰/۱۴۰)، اعداد سنبله (۰/۰۰۸) و شاخص برداشت سنبله (۰/۰۰۶) نیز به ترتیب وارد مدل شدند که روی هم رفته ۰/۸۸۷ از تغییرات داده‌ها را در عملکرد توجیه می‌کردند. از آنجایی‌که مقدار کل ماده‌خشک همبستگی مثبت و متوسطی با عملکرد دانه دارد به‌نظر می‌رسد که بالا بردن این صفات در شرایط تنش برای افزایش عملکرد تا حدی معقول می‌باشد ولی بدلیل کمبود رطوبت در شرایط تنش خشکی در مراحل پرشدن دانه عملکرد آن در مقایسه با شرایط آبیاری کاهش می‌یابد. البته این موضوع در گیاهان مختلف بسته به‌میزان پدیده انتقال مجدد فرق می‌کند. نتایج این تحقیق مشابه با نتایج دونالد و همکاران (۱۸) و لیلا و الخطیب (۵۲) است که اعلام کردند عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری مرتبط با عملکرد دانه گندم است. بر اساس صفات وارد شده به مدل نهایی رگرسیون، تجزیه علیت برای عملکرد دانه بکار گرفته شد. با توجه به جدول (۶ و ۷) در شرایط بدون تنش بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر روی عملکرد توسط صفت مقدار کل ماده‌خشک و کمترین اثر توسط صفت شاخص برداشت بود. همچنین بیشترین اثر غیرمستقیم و منفی توسط شاخص برداشت از طریق مقدار کل ماده‌خشک بر روی عملکرد دانه بود. نتایج تجزیه علیت در شرایط تنش خشکی نشان داد که بیشترین اثر مستقیم و مثبت مربوط به صفت مقدار کل ماده‌خشک بود در حالی‌که صفات تعداد سنبله، طول گیاه و تاریخ جوانه‌زنی دارای اثرات مستقیم و منفی پایینی بودند. بیشترین اثرات غیرمستقیم و مثبت توسط صفت زمان رسیدن از طریق مقدار کل ماده‌خشک و صفت طول گیاه از طریق شاخص برداشت بود. نتایج بدست آمده در این تحقیق مشابه با مشاهدات خاشف و خالق (۴۷)، ضعیفی زاده و همکاران (۹۳) بود. تعداد روز تا رسیدن و طول گیاه کاهش‌دهنده عملکرد دانه به‌طور غیرمستقیم بودند. این موضوع می‌تواند به‌عنوان نتیجه‌ای از همبستگی منفی بین این صفات و عملکرد دانه باشد. طول گیاه دارای تأثیر مستقیم مثبت بر روی عملکرد دانه نبوده بلکه دارای کمترین تأثیر مستقیم منفی بر روی عملکرد دانه بود که این نتیجه با یافته‌های چلبیانی و رشیدی (۱۵) مغایرت داشت. نتایج مختلفی از تجزیه علیت در تحقیقات مختلف در مناطق گوناگون آزمایش و انواع ژنوتیپ‌ها مشاهده شده است. احمدی‌زاده و همکاران (۷) از تجزیه علیت برای ارزیابی و انتساب صفات بسیار موثر بر روی عملکرد دانه تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش استفاده کردند و بیان داشتند که عملکرد شاخص برداشت در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی دارای تأثیرات بالایی بر روی عملکرد دانه بودند. همچنین سمینا و سینک (۷۵) دنکیچ و همکاران (۱۷) و سولومون و لابوشانگ (۸۲) تعداد سنبله را یکی از صفات مهم با تأثیر مستقیم بر عملکرد دانه عنوان کردند. نتایج این تحقیق همچنین از لحاظ صفات مقدار ماده‌خشک و شاخص برداشت در شرایط آبیاری بدون تنش با یافته‌های طالبی و همکاران (۸۵) مطابقت داشت.

جدول ۶- تجزیه علیت در محیط بدون تنش

Table 6. Path analysis under non-stress condition

صفات	اثرات مستقیم	اثرات غیر مستقیم TB	HI	کل
TB	۱/۱۳۷	–	-۰/۷۰۱	۰/۴۰۰
HI	۱/۱۰۱	-۰/۶۹۷	–	۰/۴۵۸

اثر باقیمانده ۰/۱۸۹ TB –مقدار کل ماده خشک و HI– شاخص برداشت

جدول ۷- تجزیه علیت در محیط تنش خشکی

Table 7. Path analysis under stress condition

صفات	اثرات مستقیم / اثرات غیر مستقیم	HI	TB	PH	MD	SeD	NS	SHI	کل
HI	۱/۰۹۳	-	-۰/۶۸۸	-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۱	۰/۴۰۰
TB	۱/۱۱۵	-۰/۶۷۴	-	۰	-۰/۰۱۰	۰/۰۰۷	-۰/۰۰۱	۰	۰/۴۵۸
PH	-۰/۰۰۱	۰/۱۴۵	-۰/۰۰۴	-	-۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	-۰/۰۰۳	۰	۰/۱۴۱
MD	۰/۰۳۶	-۰/۳۳۳	۰/۳۰۵	۰	-	-۰/۰۳۰	-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۱	-۰/۰۱۸
SeD	-۰/۰۵۴	-۰/۰۸۹	-۰/۱۵۸	۰	۰/۰۲۰	-	۰/۰۰۴	۰	-۰/۲۷۴
NS	-۰/۰۲۳	-۰/۰۷۴	۰/۰۲۹	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۶	۰/۰۱۰	-	۰	-۰/۰۶۲
SHI	۰/۰۰۱	-۰/۰۳۵	۰/۰۳۴	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۵	-۰/۰۰۳	-	-۰/۰۰۹

اثر باقی‌مانده ۰/۱۸۴–HI شاخص برداشت، TB– مقدار کل ماده خشک، PH– طول گیاه، MD– زمان رسیدن، SeD– تاریخ جوانه زنی، NS– تعداد سنبله، SHI– شاخص برداشت سنبله و PeL– طول پدانکل

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

تجزیه به‌عامل‌ها تحت شرایط بدون تنش (جدول ۸) توسط هفت عامل و تحت شرایط تنش خشکی (جدول ۹) توسط هشت عامل به‌ترتیب ۸۰/۵٪ و ۸۳/۳٪ از تغییرات را توجیه کردند. در شرایط بدون تنش عامل اول بیشترین ضرایب عاملی مربوط به صفات تاریخ جوانه‌زنی، تاریخ پنجه‌دهی، تاریخ ساقه رفتن، زمان سنبله‌دهی، تعداد روز جوانه‌زنی تا سنبله‌دهی، رسیدگی فیزیولوژیکی، طول سنبله و طول ریشک بود که این عامل را عامل فنولوژیکی نامیدیم. عامل دوم شامل صفات تعداد دانه در سنبله، وزن دانه ۵ سنبله، وزن صد دانه، وزن سنبله و زمان سنبله‌دهی تا رسیدن کامل بود که آن را عامل اجزای عملکرد نامیدیم. عامل سوم با صفت شاخص برداشت، عامل چهارم با صفات طول گیاه و طول پدانکل را عامل ذخایر گیاهی برای پرشدن دانه نامیدیم. عامل پنجم شامل درصد جوانه‌زنی، تعداد کل پنجه و تعداد سنبله بود. عامل ششم شامل صفات مقدار کل ماده‌خشک و وزن دانه بود که آن را عامل عملکرد نامیدیم و در نهایت عامل هفتم دربردارنده هیچ صفت قابل توجهی نبود. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (۴۹،۱۹). در شرایط تنش خشکی تمام صفات مورد ارزیابی در هشت عامل قرار گرفتند که عامل اول شامل صفات تاریخ جوانه‌زنی، تاریخ پنجه‌دهی، تاریخ ساقه رفتن، زمان سنبله‌دهی، تعداد روز جوانه‌زنی تا سنبله‌دهی، رسیدگی فیزیولوژیکی، زمان رسیدن، طول سنبله، سطح برگ پرچم و صفت زمان سنبله‌دهی دارای بالاترین ضریب عاملی منفی در این عامل که آن را عامل فنولوژیکی گیاه نامیدیم بود. عامل دوم شامل تعداد دانه در سنبله، وزن دانه ۵ سنبله، وزن صد دانه، وزن سنبله، شاخص برداشت سنبله و شاخص برداشت بود که آن را عامل اجزای عملکرد نامیدیم. عامل سوم شامل طول گیاه، طول پدانکل و عملکرد دانه بود که آن را از جهاتی می‌توان عامل عملکرد دانه و از طرفی دیگر می‌توان ذخایر گیاهی برای پر شدن دانه نامید. عامل چهارم شامل مقدار کل ماده‌خشک، سطح برگ پرچم بود که می‌توان آن را عامل عملکرد بیولوژیک گیاه نام داد. عامل پنجم شامل تعداد سنبله، عامل ششم تعداد کل پنجه و عامل هفتم صفت درصد جوانه‌زنی را در خود به‌طور شاخص جای داده بودند. طوسی مجرد (۸۶) در بررسی عملکرد دانه و دیگر صفات گندم یک عامل را با صفاتی همچون، عملکرد دانه سنبله، طول سنبله و تعداد سنبلچه بارور را مشاهده کردند که با نتایج این تحقیق مشابه است. سی و سه مرده و همکاران (۸۰) نیز با توجه به واریته‌های بلند به‌عنوان صفت مطلوب تحت شرایط تنش اشاره کرد. عامل اجزای عملکرد بدست آمده در این تحقیق توسط خیاط‌نژاد و همکاران (۵۰)، محمدی و همکاران (۶۱) در عامل دوم و توسط گلپرور و همکاران (۳۷) و دامانیا و جکسون (۱۵) به‌عنوان خصوصیات سنبله در عامل سوم معرفی شده‌اند که با نتایج بدست آمده در این تحقیق مطابقت دارد. این ضرایب نشان‌دادند که ژنوتیپ‌هایی با مقادیر بالای عامل دوم دارای سنبله‌های بزرگ و بارور با تعداد بیشتری دانه بوده و وزن دانه صرف‌نظر از دیگر خصوصیات می‌باشد. اجزای سنبله (طول، تعداد سنبله، تعداد سنبلچه‌های بارور و تعداد دانه) دارای بالاترین اثر بر روی عملکرد بودند. زمانی‌که رطوبت و مواد غذایی کافی در اختیار باشد، ژنوتیپ‌ها با بیشترین طول سنبله، سنبلچه بارور و تعداد سنبلچه و تعداد دانه در سنبله دارای بیشترین عملکرد خواهند بود (۷۰). همچنین، انتخاب مقاومت به خوابیدگی ارقام بلند با ۷۵–۱۰۰ سانتی‌متر طول گیاهی می‌تواند تحت شرایط تنش خشکی موثر باشد (۸۶) چون اکثر اسیمیلات‌ها می‌توانند در ساقه‌ها ذخیره شوند، برداشت مکانیکی آن‌ها می‌تواند به آسانی انجام گرفته و به خصوص تحت شرایط تنش خشکی که پاکوتاهی شدیدی ایجاد می‌کند، و باقی‌مانده کاه در خاک می‌تواند به زراعت برای ذخیره رطوبت بارندگی در طول پاییز و زمستان کمک کند. ارزیابی ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم بیان کرد که ارقام بلندتر بسیار زودتر رسیده و دارای عملکرد بالاتری می‌باشند (۷۰). به‌منظور برآورد بهتر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی، صفت عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش خشکی براساس فرمول‌های تعریف شده شاخص‌های خشکی STI، SSI، MP، GMP و TO محاسبه شد. براساس شاخص‌های SSIو TOL که با مقادیر پایین‌تر بهترین ژنوتیپ‌ها را شناسایی می‌کنند، ژنوتیپ‌های شماره ۲۱، ۴۵ و ۳ دارای کمترین مقدار از لحاظ این شاخص‌ها بوده و همچنین بقیه شاخص‌ها نشان‌دهنده ژنوتیپ‌های ۷۸، ۳۴، ۷۱، ۲۱ و ۴۵ با بیشترین مقدار از این شاخص‌ها بودند. جهت توضیح بهتر و دقیق‌تر بهترین عملکرد در بین ژنوتیپ‌ها از میان شاخص‌های عملکرد تجزیه همبستگی بین این شاخص‌ها انجام گرفت (جدول ۱۰).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

جدول ۹- تجزیه به عامل‌ها در شرایط تنش خشکی

Table 9. Factor analysis for stress condition

	ضرایب عاملی							
صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
SeD	۰/۸۴۱	۰/۰۴۰	-۰/۰۲۶	-۰/۱۸۲	-۰/۰۸۴	۰/۰۴۴	-۰/۰۴۵	-۰/۰۴۷
SP	-۰/۲۱۸	-۰/۲۳۴	-۰/۳۷۱	۰/۲۴۲	-۰/۰۶۰	-۰/۲۱۶	۰/۵۹۶	۰/۲۴۷
TD	۰/۸۶۹	۰/۱۸۶	-۰/۰۲۱	-۰/۱۱۹	-۰/۰۶۰	-۰/۱۶۹	۰/۰۴۲	۰/۰۰۷
NT	-۰/۰۹۹	-۰/۳۶۶	۰/۱۵۷	۰/۰۷۱	-۰/۰۵۲	۰/۷۱۴	۰/۰۰۹	۰/۱۳۱
StD	۰/۹۲۲	۰/۰۸۳	۰/۰۷۶	-۰/۰۸۴	-۰/۰۴۰	۰/۰۱۴	۰/۰۸۵	-۰/۰۴۳
SpD	۰/۹۳۱	۰/۰۱۵	۰/۰۷۴	-۰/۲۲۹	-۰/۱۴۵	۰/۰۳۱	۰/۱۱۵	-۰/۰۹۲
DTS	۰/۸۹۶	-۰/۰۵۴	۰/۱۲۷	-۰/۲۲۱	-۰/۱۳۷	۰/۰۰۸	۰/۱۲۸	-۰/۱۲۷
NS	-۰/۱۵۱	۰/۰۹۹-	-۰/۲۳۲	-۰/۱۵۳	۰/۶۰۱	۰/۰۴۱	۰/۲۸۱	-۰/۰۷۱
PM	۰/۷۰۶	۰/۰۵۵	۰/۴۶۶	۰/۰۱۶	۰/۲۳۴	۰/۲۴۳	۰/۰۲۹	۰/۱۵۱
MD	۰/۷۲۲	۰/۰۵۶	۰/۴۵۶	۰/۰۴۸	۰/۲۳۲	۰/۲۳۴	۰/۰۳۳	۰/۱۶۳
PH	-۰/۵۴۴	-۰/۱۱۶	۰/۴۹۶	-۰/۲۴۵	-۰/۳۴۹	-۰/۱۱۰	-۰/۱۵۶	-۰/۰۱۱
SL	۰/۷۳۴	۰/۱۰۹	-۰/۰۷۰	۰/۳۴۱	-۰/۰۰۴	-۰/۲۸۸	-۰/۱۷۴	۰/۲۳۸
PeL	-۰/۲۸۹	-۰/۲۵۲	۰/۴۸۶	۰/۱۲۰	-۰/۳۶۵	-۰/۳۳۷	-۰/۱۹۱	۰/۲۲۵
AL	۰/۶۶۴	۰/۱۹۶	-۰/۱۳۸	۰/۳۹۴	۰/۰۵۳	-۰/۳۷۷	-۰/۱۳۸	۰/۲۲۴
NGS	-۰/۱۶۰	۰/۵۴۸	-۰/۳۲۳	-۰/۰۰۶	-۰/۱۱۸	۰/۲۵۱	-۰/۴۷۳	-۰/۰۳۲
5 SGW	-۰/۱۳۸	۰/۹۳۳	۰/۰۵۸	۰/۱۹۰	-۰/۱۰۶	۰/۱۴۷	۰/۰۹۱	-۰/۰۱۹
GY	-۰/۳۶۱	۰/۰۵۹	۰/۷۱۳	-۰/۰۸۷	۰/۳۱۹	-۰/۲۲۷	۰/۱۱۲	۰/۰۲۱
100 GW	-۰/۱۵۰	۰/۷۷۸	۰/۲۶۹	۰/۲۹۲	-۰/۰۴۶	۰/۰۲۲	۰/۳۴۰	-۰/۰۲۴
TB	۰/۱۴۹	-۰/۴۴۱	۰/۳۰۷	۰/۶۸۵	-۰/۰۵۵	۰/۰۳۱	۰/۱۰۹	-۰/۳۳۷
HI	-۰/۳۶۳	۰/۴۲۶	۰/۱۱۸	-۰/۶۴۳	۰/۲۳۸	-۰/۲۰۷	۰/۰۴۱	۰/۳۰۷
SW	-۰/۲۴۰	۰/۶۵۷	۰/۰۰۳	۰/۰۵۳	-۰/۴۶۷	۰/۲۲۶	۰/۲۸۱	۰/۲۶۱
SHI	۰/۰۹۵	۰/۶۵۶	۰/۰۶۰	۰/۲۳۲	۰/۴۱۴	-۰/۰۹۷	-۰/۲۲۴	-۰/۳۳۰
FLA	۰/۴۳۶	-۰/۲۰۴	-۰/۱۳۹	۰/۱۵۶	۰/۲۰۰	۰/۱۸۶	-۰/۱۷۷	۰/۵۷۷
SDM	-۰/۷۹۸	۰/۰۰۸	۰/۱۳۹	۰/۳۱۲	۰/۳۰۰	۰/۰۷۹	-۰/۱۲۷	۰/۱۹۹
واریانس تجمعی	۰/۳۲۰	۰/۴۶۴	۰/۵۴۸	۰/۶۲۲	۰/۶۲۲	۰/۷۴۱	۰/۷۸۸	۰/۸۳۳
مقدار ویژه	۷/۶۹۶	۳/۴۴۳	۲/۰۱۹	۱/۷۸۵	۱/۴۹۹	۱/۳۴۱	۱/۱۴۰	۱/۰۸۱

SeD– تاریخ جوانه‌زنی، SP– درصد جوانه‌زنی، TD– تاریخ پنجه‌زنی، NT– تعداد پنجه، StD– تاریخ ساقه رفتن، SpD– تاریخ سنبله رفتن، DTS– روز تا سنبله دهی، NS– تعداد سنبله، PM– رسیدگی فیزیولوژیکی، MD– تاریخ رسیدن، PH– ارتفاع گیاه، SL– طول سنبله، AL– طول ریشک، NGS– تعداد دانه در سنبله، SGW– وزن دانه سنبله، GY– عملکرد دانه، 100 GW– وزن ۱۰۰ دانه، TB– بیوماس کل، HI– شاخص برداشت، SW– وزن سنبله، SHI– شاخص برداشت سنبله، FLA– سطح برگ پرچم، SDM– تاریخ سنبله دهی تا رسیدن و PeL– طول پدانکل.

ریچارد (۶۸) معتقد است که انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش عامل جمع‌آوری آلل‌های مطلوب و ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا خواهد بود. با استفاده از SSI فقط می‌توان ژنوتیپ‌ها را براساس حساس و متحمل بودن بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها تعیین کرد (۶۲). پژوهش‌های دیگر نیز نتایج این تحقیق را تأیید می‌کنند (۶۲،۱۶). اگر استراتژی برنامه اصلاحی برای اصلاح و بهبود عملکرد در یک محیط تنش یا بدون تنش کوچک باشد امکان دارد سازگاری محلی برای افزایش پیشرفت از انتخاب مستقیم در آن محیط بیان و بکار رود (۵۴،۴۲).

جدول ۱۰- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های خشکی

Table 10. Correlation coefficients between drought indices

	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	STI
Yp	۰/۵۴۱**	۰/۶۷۹**	۰/۶۷۹**	۰/۸۵۴**	۰/۳۷۲**	۰/۸۴۷**
Ys		-۰/۲۵۱*	۰/۲۵۱*	۰/۸۹۹**	-۰/۵۷۵**	۰/۹۰۰**
TOL			۱-**	۰/۱۹۸*	۰/۹۳۰**	۰/۱۸۹
MP				-۰/۱۹۸**	-۰/۹۳۰**	-۰/۱۸۹
GMP					-۰/۱۶۱	۰/۹۹۷**
SSI						-۰/۱۶۹

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

تجزیه به‌مولفه‌های اصلی برای تعیین رابطه بین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌های تنش خشکی انجام شد. برطبق تجزیه به‌مولفه‌های اصلی دو مولفه اصلی ۹۹/۸۰ درصد از واریانس کل را توجیه می‌کند (جدول ۱۱). در این تجزیه اولین مولفه ۵۴/۳ درصد از تغییرات را توجیه می‌کرد و همبستگی بالایی با عملکرد در شرایط بدون تنش و شاخص‌های GMP و STI داشت. در نتیجه می‌توان مولفه اول را به نام پتانسیل عملکرد نام‌گذاری کرد که قادر به جداسازی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در شرایط تنش بود. انتخاب براساس این مولفه، ژنوتیپ‌هایی را گزینش می‌کند که عملکرد بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارند. دومین مولفه ۴۵/۵ درصد از تغییرات را توجیه می‌کرد و همبستگی نسبتاً خوب و مثبتی با شاخص‌های MP و عملکرد در تنش داشت. همچنین همبستگی متوس و منفی با شاخص‌های SSI و TOL و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

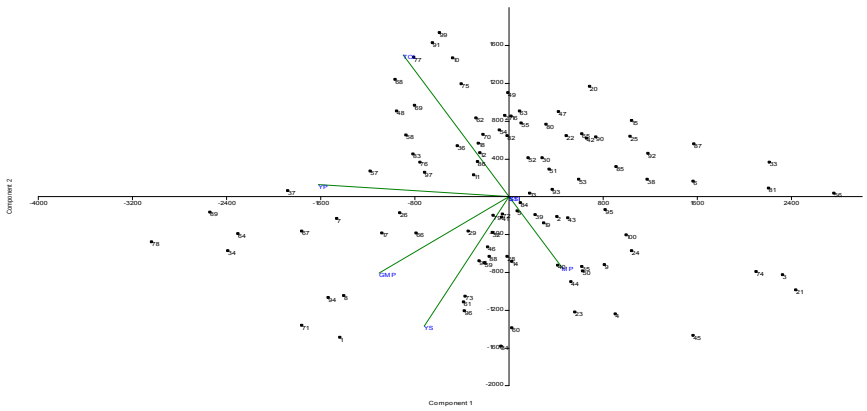
همبستگی منفی بسیار ناچیزی با عملکرد در شرایط آبیاری داشت. از اینرو مولفه دوم به‌نام مؤلفه حساس به تنش نام‌گذاری شد. انتخاب براساس این مولفه موجب گزینش ژنوتیپ‌هایی با تحمل پایین و حساس به تنش خشکی بالا می‌شود. در مطالعه احمدی و همکاران (۵)، ابولحسنی و سعیدی (۱) و حسنی و همکاران (۴۰) روی ژنوتیپ‌های گندم دو مولفه اول بیشترین درصد از تغییرات مربوط به شاخص‌ها را توجیه کردند که با توجه به رابطه مؤلفه‌ها و شاخص‌های مورد مطالعه مقادیر بالاتر مولفه اول (تحمل به خشکی) و مقادیر پایین‌تر مولفه دوم (حساسیت به تنش خشکی) مطلوب بود. براساس نتایج بدست آمده از این مطالعه، شاخص GMP با دارا بودن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به‌عنوان شاخص مطلوب برای دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی شناخته شد. علاوه بر گروه‌بندی، روابط بین شاخص‌ها نیز در نمودارهای بای‌پلات مشخص گردید (شکل ۱). نمودار بای‌پلات را می‌توان به چهار ناحیه تقسیم کرد. ناحیه اول سمت راست و بالا می‌باشد که در آن ژنوتیپ‌هایی با عملکرد خوب در هر دو محیط بدون تنش و تنش خشکی قرار می‌گیرند. در ناحیه سمت چپ و بالا ژنوتیپ‌هایی که در محیط تنش خشکی عملکرد خوب و در محیط بدون تنش عملکرد بد دارند قرار می‌گیرد. در ناحیه سمت چپ و پایین ژنوتیپ‌های با عملکرد خوب در محیط بدون تنش و عملکرد ضعیف در محیط تنش خشکی جای می‌گیرد و در نهایت ناحیه آخر شامل ژنوتیپ‌هایی با عملکرد ضعیف در هر دو محیط بدون تنش و تنش خشکی است. با توجه به نمودار مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های ۷، ۱۷، ۲۶، ۲۹ و ۶۶ در کنار شاخص‌های مهم تنش خشکی Yp و Ys و GMP در ناحیه با پتانسیل تولید بالا و حساسیت پایین به تنش خشکی قرار گرفته‌اند. همچنین در نمودار به‌خوبی مشخص شده است که شاخص GMP نیمساز دو صفت عملکرد در شرایط تنش خشکی و عملکرد در شرایط بدون تنش می‌باشد که به‌عنوان بهترین شاخص این تحقیق تأیید کننده نتیجه بدست آمده از تجزیه به مولفه‌های اصلی است. همچنین ژنوتیپ‌هایی که در مجاورت شاخص‌های حساسیت به خشکی SSI و TOL قرار گرفته‌اند نیز جزء ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین هستند. این نوع توزیع بیان‌کننده تنوع ژنتیکی موجود در ژنوتیپ‌ها نسبت به شرایط تنش می‌باشد.

جدول ۱۱- تجزیه به مولفه‌های اصلی در شاخص‌های تنش خشکی

Table 11. Principle Components analysis for drought stress indices

	Yp	Ys	TOL	MP	GMP	SSI	STI	Eigenvalue	Proportion
PC1	۰/۵۱۲	۰/۲۸۰	۰/۳۴۵	-۰/۳۴۵	۰/۴۳۹	۰/۱۸۸	۰/۴۳۶	۳/۸۰۱	۰/۵۴۳
PC2	-۰/۰۰۳	۰/۴۶۹	-۰/۴۱۳	۰/۴۱۳	۰/۲۸۸	-۰/۵۱۹	۰/۲۹۱	۳/۱۸۶	۰/۴۵۵

به‌منظور تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین ژنوتیپ‌های دور و نزدیک تجزیه کلاستر بر روی متغیرهای مورد استفاده در این آزمایش براساس فاصله اقلیدسی و روش وارد در هر دو شرایط بدون تنش (شکل ۲) و تنش خشکی (شکل ۳) انجام گرفت و مشخص شد که در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی ژنوتیپ‌ها به ترتیب به چهار گروه جدا تفکیک می‌شوند. این چهار گروه در فاصله دورتری از یکدیگر به‌هم وصل شده‌اند که نشان‌دهنده تفاوت بین ژنوتیپ‌های هر گروه از یکدیگر می‌باشد. در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌های گروه اول دارای بیشترین مقادیر از لحاظ صفات تاریخ جوانه‌زنی، تاریخ پنجه‌زنی، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، طول ریشک و سطح برگ پرچم بودند.



شکل ۱- نمودار بای‌پلات مولفه اول و مولفه دوم شاخص‌های تحمل به خشکی

Figure 1. Biplot diagram of first and second component of drought stress indices

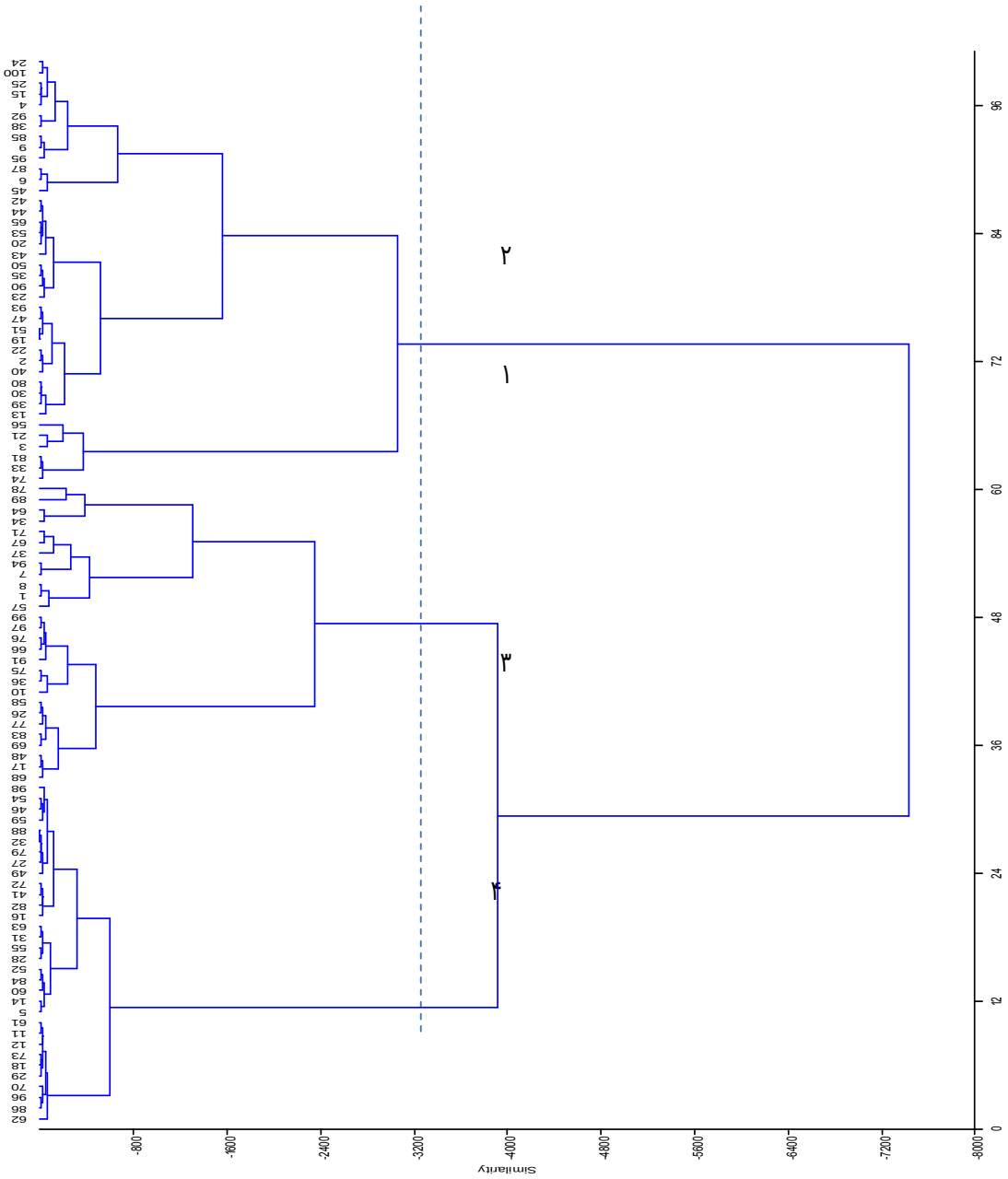
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

در گروه دوم ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات ارتفاع گیاه، طول پدانکل، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه ۵ سنبله، عملکرد دانه، وزن صد دانه، بیوماس کل، شاخص برداشت، وزن سنبله، شاخص برداشت و تعداد روز سنبله‌دهی تا رسیدگی بیشتر میانگین را داشتند. بقیه صفات درصد جوانه‌زنی، تاریخ ساقه رفتن، زمان سنبله‌دهی، روز تا سنبله رفتن، رسیدگی فیزیولوژیکی، روز تا رسیدگی و طول سنبله در گروه سوم حائز بیشترین میانگین‌ها بودند. در شرایط تنش خشکی نیز گروه اول شامل میانگین برتر صفات درصد جوانه‌زنی، تاریخ پنجه‌زنی، تعداد پنجه و وزن صد دانه ، گروه دوم شامل صفات تاریخ جوانه‌زنی، تاریخ سنبله رفتن، تاریخ ساقه رفتن، طول سنبله، طول ریشک، وزن دانه ۵ سنبله، وزن سنبله و سطح برگ پرچم، و در نهایت در گروه سوم ژنوتیپ‌ها دارای بیشترین میانگین از لحاظ صفات تعداد دانه در سنبله، رسیدگی فیزیولوژیکی، تاریخ رسیدگی، ارتفاع گیاه، طول پدانکل، عملکرد دانه، بیوماس کل، شاخص برداشت، شاخص برداشت سنبله و زمان سنبله‌دهی تا رسیدگی بودند. گروه‌بندی ذکر شده در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی با توجه به جداول تجزیه علیت (جدول ۶ و ۷) نشان داد که ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه دوم شرایط بدون تنش و گروه سوم شرایط تنش خشکی دارای بهترین میانگین عملکرد دانه بوده و نیز صفاتی از قبیل طول گیاه، طول پدانکل، شاخص برداشت و وزن خشک کل دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه می‌باشد. لیلا و الخطیب (۵۲) در بررسی عملکرد گندم تحت شرایط تنش خشکی سه خوشه را در تجزیه کلاستر بدست آوردند که در خوشه سوم صفات تعداد سنبله، وزن صد دانه، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه حضور داشت که با نتایج تحقیق حاضر تقریباً برابر می‌باشد. خاوری نژاد و باباجانوف (۴۸) در تجزیه خوشه‌ای بر روی ژنوتیپ‌های گندم تعداد شش کلاستر بدست آوردند که کلاستر ششم آن‌ها حاوی بالاترین عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن بود. همچنین نتایج تحقیق حاضر موافق با بررسی‌های سلیمانی فرد (۸۱) بر روی ژنوتیپ‌های گندم دوروم تحت تنش خشکی، شهریاری و همکاران (۷۶) بر روی تنوع ژنتیکی گندم تحت شرایط تنش خشکی، شیرانی‌راد و عباسیان (۷۸) بر روی ارزیابی گندم‌های تحت شرایط بدون تنش و تنش خشکی، اشرفی پارچین و همکاران (۱۰) بر روی ژنوتیپ‌های گندم، اهری‌زاد و همکاران (۳) در واکنش لاین‌های اینبرد گندم نان بود. در مطالعه انجام شده توسط گل‌آبادی و همکاران (۳۶) در جمعیت‌های درحال تفرق گندم دوروم گروه‌هایی مشخص شد که دارای لاین‌های برتر برای هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش، لاین‌های برتر برای شرایط تنش خشکی همچنین لاین‌های برتر برای شرایط بدون تنش با در نظر گرفتن عملکرد دانه آنها بودند. سعید بکایی (۷۲) در مطالعه خود براساس تجزیه کلاستر نشان دادند که در شرایط بدون تنش ژنوتیپ‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند در حالی‌که در شرایط تنش متوسط و شدید ژنوتیپ‌ها به ۴ و ۵ گروه مجزا تقسیم می‌گردند. براساس نتایج زهراوی (۹۴) در تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها به سه گروه مقاوم، نیمه مقاوم و حساس طبقه‌بندی شدند. تجزیه کلاستر به‌طورکلی برای بیان تنوع بین ژنوتیپ‌ها و گروه‌بندی براساس شاخص‌های تحمل به خشکی استفاده می‌شود (۶۵،۴۶). مطالعه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش خشکی به تنهایی نمی‌تواند به گزینش ژنوتیپ‌های برتر کمک کند لذا مطالعه ارزیابی ژنوتیپ‌ها و ارقام در هر دو شرایط عدم تنش و تنش خشکی مورد مطالعه و توجه پژوهشگران مربوط قرار گرفته است. تعیین تنوع ژنتیکی از نظر کلیه صفات، اولین و اساسی‌ترین گام در جهت مطالعات تحمل به خشکی می‌باشد. چرا که به واسطه آن می‌توان ژنوتیپ‌ها را در گروه‌های مختلف طبقه‌بندی و در مواقع لازم از آنها استفاده کرد. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق براساس صفات و شاخص‌های تنش خشکی مورد ارزیابی در بین ژنوتیپ‌ها مشخص شد که ژنوتیپ‌های ۴۵ و ۲۱ در بین مواد آزمایشی دارای بهترین واکنش به شرایط خشکی بودند. جهت نیل به اهداف دقیق‌تر می‌توان مشابه چنین آزمایشاتی را در سال‌های متعدد ارزیابی نمود و از این ژنوتیپ‌ها جهت تولید به صورت تجاری و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی جهت ایجاد و تولید ارقام برتر گندم نان استفاده کرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]



شکل ۲- دندروگرام ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش بر روی متغیرهای بیوماس کل، شاخص برداشت، ارتفاع گیاه، عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد دانه هر سنبله و طول سنبله با روش Ward و ماتریس تشابه فاصله اقلیدسی

Figure 2. Dendrogram of genotypes under non-stress condition on total biomass, harvest index, plant height, grain yield, 100 grain weight, number of grain in spike by Ward method and Euclidean distance similarity matrix

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

منابع

1. Abolhasani, K. and G. Saeidi. 2006. Evaluation of drought tolerance in safflower based on tolerant and susceptibility indices to water stress. Water abd Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Researches, 10: 407-418.
2. Aghaee Sarbarzeh, M., M. Rostaee, R. Mohammadi, R. Haghparast and R. Rajabi. 2010. Determination of drought tolerant genotypes in bread wheat. EJCP, 2: 1-23.
3. Aharizad, S., V. Ahmadi and S. Mohammadi. 2011. Bread wheat inbred line responses to drought stress and grouping them. Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science), 4: 67-78.
4. Ahmadi, G., H. Zeinaly Khane Ghah and M.A. Rostamy. 2000. The study of drought indices and biplot method in eight corn hybrids. Iranian Journal of Agricultural Science, 31: 513-523.
5. Ahmadi, A., M. Saeedi and A. Zalli. 2005. Drought resistance and its relation with yield, leaf area and crop growth rate during reproductive stage in bread wheat genotypes with different breeding backgrounds. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 12: 82-90 (In Persian).
6. Ahmadizadeh, M., H. Shahbazi, M. Valizadeh and M. Zaefizadeh. 2011. Genetic diversity of durum wheat landraces using multivariate analysis under normal irrigation and drought stress conditions. African Journal of Agricultural Research, 6: 2294-2302.
7. Alaei, M., M. Zaefizadeh, A. Atamehr, M. Khayatnezhad and Z. Alaei. 2011. Analysis of drought resistance sources from detection function and regression analysis in durum wheat. Advanced Environment Biology, 5: 136-140.
8. Al-Karaki, GA. 2012. Phenological Development-Yield Relationships in Durum Wheat Cultivars under Late-Season High-Temperature Stress in a Semiarid Environment. International Scholarly Research Network, 1-7 pp.
9. Amiri Fahliani, A. and M.T. Assad. 2005. Evaluation of Three Physiological Traits for Selecting Drought Resistant Wheat Genotypes. Journal of Agricultural Science and Technology, 7: 81-87.
10. Ashrafi parchin, R., A. Najaphy, E. Farshadfar and S. Hokmalipour. 2011. Evaluation of wheat genotypes under drought stress based on phonological traits. International Journal of Agriculture and Crop Science, 3: 12-19.
11. Attarbashi, M.R., S. Galeshi, A. Soltani and E. Zinali. 2002. Relationship of phenology and physiologicaltraits with grain yield in wheat under rainfed conditions. Iranian Journal of Agricultural Science, 33: 8-21.
12. Azizinya, S., M.R. Bihamta, A.A. Zali, B. Yazdi Samadi and A. Ahmadi. 2005. An evaluation of quantitative traits related to drought resistance in synthetic wheat genotypes in stress and non-stress conditions. Iranian Journal of Agricultural Science, 36: 281-293.
13. Borras, L., G.A. Slafer and M.E. Otegui. 2004. Seed dry weight response to source-sink manipulations in wheat, maize and soybean: a quantitative reappraisal. Field Crops Research, 86: 131-146.
14. Cooper, M., D.E. Byth and D.K. Woodruff. 1994. An investigation of the grain yield adaptation of advanced CIMMYT wheat lines to water stress environments in Queensland I: Crop physiological analysis. Australian Journal of Agricultural Research, 45: 965-984.
15. Damania, A.B. and M.T. Jackson. 1986. An application of factor analysis to morphological data of wheat and barley landraces from the Bheri River Valley, Nepal. Rachis, 5: 25-30.
16. Dastfal, M., V. Barati, Y. Emam, H. Haghighatnia and M. RamezanPour. 2012. Evaluation of grain yield and yield component in wheat genotypes under late drought stress in Darab Zone. Seed and Plant Production Journal, 27: 195-217.
17. Dencic, S., R. Kastori, B. Kobiljski and B. Duggan. 2000. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. Euphytica, 113: 43-52.
18. Donald, CM., J. Hamblin and N.C. Brady. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. In: Advances in Agronomy, 28: 361-405.
19. Drikvand, R., B. Doosty and T. Hosseinpour. 2012. Response of Rain fed Wheat Genotypes to Drought Stress Using Drought Tolerance Indices. Journal of Agricultural Science, 4: 126-131.
20. Ebadi, A., K. Sajed and R. Asgari. 2007. Effects of water deficit on dry matter remobilization and grain filling trend in three spring barley genotypes. Journal of Food Agricultural. Environment, 5: 359-362.
21. Ehdaei, B., G.A. Alloush, M.A. Madore and J.G. Waines. 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat. I. Post-anthesis changes in internode dry matter. Crop Science, 46: 735-746.
22. Ehdaie, B. and J.G. Waines. 1996. Genetic variation for contribution of parenthesis assimilates to grain yield spring wheat. Journal of Genetic and Breeding, 50: 47-56.
23. Eskandari, H. and K. Kazemi. 2010. Response of different bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes to post-anthesis water deficit. Notulae Scientia Biologicae, 2: 49-52.
24. Evans, L.T. and I.F. Wardlaw. 1996. In: Zamski E and Schaffer AA (Eds.), Photo assimilate Distribution in Plants and Crops. Marcel Dekker INC, New York, pp: 501-518.
25. Evans, L.T. and R.L. Dunstone. 1970. Some physiological aspects of evaluation in wheat. Australian Journal of Biological Science, 23: 725-741.
26. Ezzat Ahmadi, M., G. NourMohammadi, M. Ghodsi and M. Kafi. 2012. Evaluation of drought tolerance and use of promising bread wheat genotypes stem resources under different water and photosynthesis stress. Iranian Journal of Field Crops Research, 9: 758-769.
27. Fallahi, H.A., J. Alat Jafar Bay and F. Seyyedi. 2012. Evaluation of drought tolerance in Durum wheat genotypes using drought tolerance indices. Seed and Plant Improvement Journal, 27: 15-22.
28. http://www.Fao.org.
29. Farshadfar, E. and J. Sutka. 2003. Multivariate analysis of drought tolerance inwheat substitution lines. Cereal Research Communications, 31: 33-40.
30. Farshadfar, E., M. Farshadfar and F. Farshadfar. 2011. Screening agronomic, physiological and metabolite indicators of drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). American Journal of Scientific Research, 38: 88-96.
31. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In Proceedings of a Symposium. Taiwan, 257-270.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

32. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I: grain yield response. Australian Journal of Agricultural Research, 29: 897-912.
33. Fischer, R.A. 1973. The effects of water at various stages of development on yield processes in wheat, In: Proceedings of Plant Responses to Climate Factors Symposium. Unesco, Paris, 233-241.
34. Ghaffari, G., M. Toorchi, S. Aharizad and M.R. Shakiba. 2011. Evaluation of traits related to water deficit stress in winter rapeseed cultivars. Universal Journal of Environmental Research and Technology, 1: 338-350.
35. Ghamarnia, H. and J.W. Gowing. 2005. Effect of water stress on three wheat cultivars. ICID 21st European Regional Conference. May. Frankfurt (order) and Slubice Germany and Poland, 15-19.
36. Golabadi, M., A. Arzani and M. Maibody. 2006. Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat. African Journal of Agriculture Research, 1: 162-171.
37. Golparvar, A.R. 2000. Evaluation of some genotypes of wheat under drought stressed and non-stressed conditions and determination of the most suitable selection criteria in both conditions. MSc. Dissertation, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, 143 pages (in Persian).
38. Hafiz, M., M. Akram, I. Sarfraz, M. Saeed, A. Yar, A. Ali, KA. Sahi and MA. Nadeen. 2004. Drought tolerance studies of wheat genotypes. Pakistan Journal of Biological Science, 71: 90-92.
39. Hamam, K.A. 2008. Increasing yield potential of promising bread wheat lines under drought stress. Journal of Agriculture Biology Science, 4: 842-860.
40. Hasani, S., H. Pirdashti, R. Mesbah and N. Babaian Jolodar. 2007. Evaluation of drought tolerance indices in yield of six cultivars of Virginia tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Seed and Plant Improvement Journal, 24: 129-144.
41. Hay, R.K. and A.J. Walker. 1994. An introduction to the physiology of crop yield, 571 pp.
42. Hohls, T. 2001. Conditions under which selection for mean productivity, tolerance to environmental stress, or stability should be used to improve yield across a range of contrasting environments. Euphytica, 120: 235-245.
43. Johnson, A.M. and D.E. Fowler. 1992. Response of no-till winter wheat to nitrogen fertilization and drought stress. Canadian Journal of Plant Sciences, 72: 1057-1089.
44. Karami, E., M.R. Ghannadha, M.R. Naghavi and M. Mardi. 2005. Identifying of drought tolerant varieties in barley. Iranian Journal of Agriculture Science, 37: 371-379 (In Persian).
45. Karami, E., M.R. Ghannadha, M.R. Naghavi and M. Mardi. 2006. Detection of drought tolerant cultivars in barley. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 37: 371-379 (In Persian).
46. Khalili M., MR. Naghavi, AR. Pour Aboughadareh and J. Talebzadeh .2012. Evaluating of Drought Stress Tolerance based on selection indices in spring canola cultivars (*Brassica napus* L.). JAS, 4:78-85.
47. Khashif, M. and I. Khaliq. 2004. Heritability, correlation and path coefficient analysis for some metric traits in wheat International Journal of Agriculture Biology, 6: 138-142.
48. Khavarinejad, M.S. and A.V. Babajanov. 2011. Identification of relationships of quantitative and morphological traits to spring wheat genotype yields in drought levels of Mazandaran (north of Iran). International Journal of Agricultural Science, 1: 329-339.
49. Khayatnezhad, M., M. Zaefizadeh and R. Gholamain. 2011. Factor analysis of yield and other traits of durum wheat under drought stress and no stress conditions. Plant Echophysiology, 3: 23-27.
50. Khayatnezhad, M., M. Zaefizadeh and R. Gholamain. 2011. Factor analysis of yield and other traits of durum wheat under drought stress and no stress conditions. Plant Echo-physiology, 3: 23-27.
51. Kirigwi, F.M., M. Can Ginkel, R. Trethowan, R.G. Sears, S. Rajaram and G.M. Paulsen. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica, 135: 361-371.
52. Leilah, A.A. and S.A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments, 61: 483-496.
53. Lopez, C.G., G.M. Banowetz, C.J. Peterson and W.E. Kronstad. 2003. Dehydrin expression and drought tolerance in seven wheat cultivars. Crop Sci, 43: 577-582.
54. Mardeh. A.S.S., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions, Field Crops Researches, 98: 222-229.
55. Merah, O.J., L. Araus, I. Souyris, M. Nachit, E. Deleens and P. Monneveux. 2001. Carbon isotope discrimination: Potential interest for grain yield improvement in durum wheat. CIHEAM-options Mediterranean's, 299-301.
56. Mi, G., L. Tang, F. Zhang and J. Zhang. 2000. Is nitrogen uptake after anthesis in wheat regulated by sink size? Field Crops Research, 68: 183-190.
57. Moayedi, A.A., A.N. Boyce and S.S. Barakbah. 2010. The performance of durum and bread wheat genotypes associated with yield and yield component under different water deficit conditions. Australian Journal of Basic Applied Science, 4: 106-113.
58. Moghaddam, M., B. Ehdaie and J.G. Waines. 1998. Genetic variation for and inter-relationships among agronomic traits in landraces of bread wheat from southwestern Iran. Journal of Genetics and Breeding, 52: 73-81.
59. Moghaddasi, L., V. Rashidi and A. Haghighi. 2010. Effect of drought stress on grain yield anf some morphological traits in Durum wheat lines. Journal of Crop Eco-physiology (Agriculture Science), 3: 41-53.
60. Mohamed, N.A. 1999. Some statistical procedures for evaluation of the relative contribution for yield components in wheat. Zagazig Journal of Agricultural Research, 26: 281-290.
61. Mohammadi, M., M.R. Ghannadha and A.R. Tale'ee. 2002. Study of the genetic variation within Iranian local bread wheat lines using multivariate techniques. Seed and Plant Improvement Journal, 18: 328-347 (In Persian).
62. Nachit, M.M. and A. Quassou. 1988. Association of yield potential, drought tolerance and stability of yield in *T. turgidum* var. durum. In:Proceedings of the 7th International wheat symposium. Cambridge, UK, 867-870.
63. Naderi, A., E. Majidi-Heravan, A. Hashemi-Dezfuli, A.M. Rezaie and G. NourMohamadi. 2000. Efficiency analysis of indices for tolerance to environmentalstresses in field crops and introduction of a new index. Seed and Plant, 15: 390-402 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

64. Naghavi, M., A. Shahbazi and A. Talaeei. 2002. Study of diversity of agronomy and morphological traits of genetics resources of durum wheat. Journal of Agronomy Science. Iran, 2: 81-88.
65. Naghavi, M.R., A.R. Pour-Aboughadareh and M. Khalili. 2013. Evaluation of drought tolerance indices for screening some of corn (*Zea mays* L.) cultivars under environmental conditions. Notulae Scientia Biologicae, 5: 388-393.
66. Oosterhius, D.M. and P.M. Carwtright. 1983. Spike differentiation and floret survival in semi dwarf spring wheat as affected by water stress and photoperiod. Crop Science, 23: 711-717.
67. Pheloung, P.C. and K.H.M. Siddique. 1991. Contribution of stem reserves to grain yield inwheat cultivars. Australian Journal of Plant Physiol, 18: 53-64.
68. Richard, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation, 20: 157-166.
69. Richards, R.A., A.G. Condon and G.J. Rebetzke. 2001. Traits to improve yield in dry environments. Application of Physiology in wheat breading, M.P. Reynolds *et al.* (Eds.), CIMMYT, 88-110 pp.
70. Roostaee, M., D. Sadeghzadeh and Y. Arshad. 2003. Study of relationship of wheat grain yield-affecting traits by factor analysis under rain-fed conditions. Agriculture Knowledge, 13 pp (In Persian).
71. Royo, C., M. Abaza, R. Blanco and L.F. Garcia Del Moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Australian Journal of Plant Physiology, 27: 1051-1059.
72. Sajad-Bokaei, A., H. Babaei, D. Habibi, S. Javidfar and A. Mohammadi. 2008. Evaluation of different soybean (Glycine max L.) genotypes under drought stress conditions. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 4: 28 -38.
73. Sanjari Pireivatlou, A. and A. Yazdansepas. 2008. Evaluation of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes under Pre- and Post-anthesis Drought Stress Conditions. Journal of Agriculture Science Technology, 10: 109-121.
74. Schneider, A.D., J.T. Musick and D.A. Dusek. 1969. Efficient wheat irrigation with limited water. Transaction of the ASAE, 12: 23-26.
75. Semeena, S. and L. Singh. 2001. Studies on path co-efficient analysis of harvest index and its related traits in wheat. Indian Journal of Agriculture Science, 35: 127-129.
76. Shahryari, R., B. Mahfoozi, V. Mollasadeghi and M. Khayatnezhad. 2011. Genetic diversity in bred wheat for phonological and morphological traits under terminal drought stress condition. Advanced Environment Biology, 5: 169-172.
77. Shimshi, D., M.L. Mayoral and D. Atsmon. 1982. Responses to water stress in wheat and related wild species. Crop Science, 22: 123-128.
78. Shirani Rad, A.H. and A. Abbasian. 2011. Evaluation of drought tolerance in rapeseed genotypes under non stress and drought stress conditions. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 39: 164-171.
79. Siani, H.S. and D. Aspinall. 1981. Effects of water deficit on sporogenesis in wheat. Annals of Botany, 43: 623-633.
80. Sio-se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini and V. Mohammadi. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crop Researches, 98: 222-229.
81. Soleymanifard, A., R. Naseri and M. Moradi. 2012. The study genetic variation and factor analysis for agronomic traits of Durum wheat genotypes using cluster analysis and path analysis under drought stress condition in western of Iran. Journal of Applied Basic Science, 3: 479-485.
82. Solomon, KF. and MT. Labuschagne. 2004. Inheritance of evapotranspiration and transpiration efficiencies in diallel F hybrids of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). Euphytica, 136: 69-79.
83. Subhani, G.M. and M.A. Chowhdry. 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3: 72-77.
84. Sundari, T., S. Tohari and W. Mangoendidjojo. 2005. Yield performance and tolerance of mungbeam genotypes to shading. Ilmu. Pertanian, 12: 12-19.
85. Talebi, R., F. Fayyaz and A.M. Naji. 2010. Genetic variation and interrelationships of agronomic characteristics in durum wheat under two constructing water regimes. Brazilian Archives of Biology and Technology, 53: 785-791.
86. Tousi Mojarad, M., M.R. Ghanadha, M. Khodarahimi and S. Shahabi. 2005. Factor analysis for grain yield and other traits of wheat. Agronomy Journal, 67: 9-16.
87. Trethowan, R.M., M. Van Ginkel and S. Rajram. 2002. Progress in breeding wheat for yield and adaptation in global drought affected environments. Crop Science, 42: 1441-1446.
88. Vijendra Das, L.D. 2000. Problems facing plant breeding. CBS Publishers and Distributors. New Delhi, India,242 pages.
89. Wardlaw, I.F. 1971. The early stages of grain development in wheat. Response to water stress in a single variety. Australian Journal of Biology Science, 24: 1047-1055.
90. Warrington, I.J., R.I. Dunstone and L.M. Green. 1997. Temperature effects at three development stages on the yield of the water ear. Australian Journal of Agricultural Research, 28: 11-27.
91. Yadav, R.S., C.T. Hash, F.R. Bidinger and C.J. Howarth. 1999. Identification and utilization of quantitative trait loci to improve terminal drought tolerance in pearl millet (*Pennisetum Glaucum* L. R. Br.) CIMMYT. Workshop on Molecular Approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water-limited Environments, 108-113.
92. Yang, J., J. Zhang, Z. Huang, Q. Zhu and L. Wang. 2000. Remobilization of carbon reserves is improved by controlled soil drying during grain filling of wheat. Crop Science, 40: 1645-1655.
93. Zaeifizadeh, M., M. Khayatnezhad, M. Ghasemi, J. Azimi and M. Vahabzadeh. 2011. Path Analysis of Yield and Yield Components in Synthetic Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes. Advaced Environment Biology, 5: 98-103.
94. Zahravi, M. 2009. Evaluation of Genotypes of Wild Barley (*Hordeum spontaneum*) Based on Drought Tolerance Indices. Seed and Plant Improvement Journal, 25: 533-549.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]

Evaluation of Durum Wheat Genotypes under Normal Irrigation and Drought Stress Conditions

Mohammad Reza Bihamta[1], Mehdi Shirkavand[2], Javad Hasanpour[3] and Amin Afzalifar[4]

1- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran,
(Coresponding Author: mrghanad@ut.ac.ir)
2- M.Sc. Student, Islamic Azad University, Science and Research Branch
3- Assistant Professor, Varamin Agronomy Research Center
4- PhD Student, Department of Agricultural Science, Payam Noor University, Tehran
Received: June 20, 2016 Accepted: September 25, 2016

Abstract

The use of high yielding and resistant to drought stress cultivars in crops is one of the proper way to incorporation other water deficit management methods. This study in order to evaluate grain yield and morphological traits, an experiment was conducted with 100 genotypes of durum wheat which were planted based on lattice design with three replications under normal and drought stress conditions at the Agricultural Research Station in Varamin. The results showed that total dry matter have a highest positive direct effect on grain yield, whereas, grain yield filling period had the lowest effect and grain yield filling period via harvest index had the positive indirect effect on yield. Under stress condition, peduncle length had the highest positive direct effect on grain yield whereas, spike number, plant length, total dry matter, and date from germination to maturity had negative and direct effect. Factor analysis explained 80.5 and 83.3 of the total variation under normal and drought conditions, respectively. To estimate better grain yield, drought tolerance indices were determined and genotypes 3, 45 and 21 were identified with the lowest value of the indices MP, GMP and STI that were for drought condition while genotypes 45, 21, 71, 34, 78 had the highest value of the mentioned indices and were suitable for both conditions. Cluster analysis grouped genotypes into four clusters in both conditions which confirmed the results of stepwise regression as well as path analysis that could separate genotypes with high grain yield from others as well as traits affecting yield compared to other traits.

Keywords: Cluster analysis, Drought tolerance, Drought tolerance indices, Durum wheat, Path Analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-16]

[DOI: 10.29252/jcb.9.24.119]