"مجله علوم زراعي ايران"
جلد هشتم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۵

اثرتنش خشکی آخر فصل روي عملکرد دانه و برخي صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌هاي گندم
Effects of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes

احمد رضا کوچکی[۱]، امیر یزدان سپاس[۲] و حمیدرضا نیکخواه[۳]

چکیده

کوچکی، ا. ر.، ا. یزدان‌سپاس، ح. ر. نیکخواه. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی آخر فصل روی عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های گندم. مجله علوم زراعی ایران. جلد هشتم، شماره ۱، صفحه: ۱٤ تا ۲۹.

به منظور ارزیابي عملکرد دانه و برخي صفات مورفولوژیکي در ژنوتیپ‌هاي امیدبخش گندم نان در شرایط تنش خشکي آخر فصل و تعیین مناسب‌ترین معیار انتخاب در شرایط تنش، آزمایش‌هایي در سال‌هاي زراعي ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزي اراك و با استفاده از ۲۰ ژنوتیپ در دو شرایط تنش (قطع آبیاري از مرحله گلدهي به بعد) و بدون تنش در قالب طرح بلوک هاي کامل تصادفي و در سه تکرار اجرا شد. با برداشت نمونه‌هاي گیاهي در مرحله ظهور سنبله (گلدهي) و رسیدن فیزیولوژیکي گیاه صفاتي مانند وزن میانگره اول در زمان گلدهي و رسیدن، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، وزن هزار دانه شاخص برداشت و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که از نظر اکثر صفات بین ژنوتیپ‌ها، اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در شرایط تنش وزن دانه در سنبله همبستگي مثبت و معنی‌دار با شاخص برداشت ($r = ۰/۸۷^{**}$) و تعداد دانه در سنبله ($r=۰/۷۶^{**}$) داشت. تعداد روز تا گلدهي با وزن پدانکل در زمان گلدهي داراي همبستگي مثبت و معنی‌دار بود. شاخص برداشت نیز همبستگي مثبت و معنی‌دار با تعداد دانه در سنبله ($r=۰/۵۵^{**}$) و وزن هزار دانه ($r=۰/۸۲^{**}$) داشت. در شرایط بدون تنش، وزن دانه در سنبله همبستگي مثبت و معنی‌دار با شاخص برداشت ($r=۰/۷۹^{**}$) داشت. عملکرد دانه در هکتار نیز با شاخص برداشت ($r = ./۶۷^{**}$)، وزن دانه در سنبله ($r = ./۵۰^{*}$) و وزن هزاردانه ($r = ./۵۶^{*}$) همبستگي مثبت و معنی‌دار داشت. با توجه به همبستگي مثبت و بسیار معنی‌دار شاخص‌هايMP، GMP و STI با عملکرد دانه در شرایط داراي تنش و بدون تنش در مجموع این شاخص‌ها به عنوان بهترین معیارهاي انتخاب در شرایط آزمایش براي تنش خشکي مشخص شدند. بر اساس تجزیه علیت اثر مستقیم صفت شاخص برداشت روي عملکرد دانه در هکتار مثبت (۰/۷۶) و بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت این صفت از طریق تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه بود. بیشترین اثر مستقیم مثبت در بین صفات مربوط به وزن هزاردانه (۱/۱۱) و بیشترین اثر مستقیم منفي مربوط به وزن دانه در سنبله (۱/۰۵-) بود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، شاخص تحمل، صفات مورفو لوژیک، گندم، همبستگی صفات.

تاریخ دریافت: ۱۳۸٤/۹/۳۰
این مقاله براساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۸۱۰٦۷-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیده است.
۱ (مکاتبه کننده)، ۲ و ۳ـ اعضای هیأت علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

مقدمه

خشکی مهمترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی است که ٤٠ تا ٦٠٪ اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bray, 1997). ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲٤۰ میلی‌متر در سال طبق تعریف آمبرژه در زمره مناطق خشک و نیمه خشک قرار می‌گیرد (کردوانی، ۱۳٦۷). تعیین مهمترین خصوصیات مورفوفیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد گندم در شرایط تنش به منظور دستیابی به معیارهایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد این گیاه همواره در برنامه‌های به نژادی مهم بوده است.

استان مرکزی با داشتن سطح زیر کشت گندم آبی و دیم به ترتیب معادل ٥٨٦٥٤ و ۱۱۷۷۳٦ هکتار یکی از استان‌های مهم تولید گندم کشور است. در این استان تنش خشکی به خصوص در اواخر فصل رشد یکی از عمده‌ترین عوامل محدودکننده تولید محسوب می‌شود. یکی از راههای مقابله با تنش خشکی اصلاح گیاهان متحمل و زودرس است که شناخت و درک این که هر یک از گیاهان و یا ژنوتیپ‌های خاص چگونه با مسأله خشکی مقابله می‌کنند حائز اهمیت است. از آن جایی که گندم دارای ارقام مختلف و تحمل آن‌ها در برابر تنش متفاوت است، لازم است برای استفاده بهتر از آب موجود در هر منطقه، ارقامی که با حداقل آبیاری دارای عملکرد بالاترو سازگاری بهتری هستند مشخص گردند.

درارا و همکاران (Derara *et al*., 1969) در مطالعات انجام شده در مراکز بین المللی (سیمیت و ایکاردا) روی غلاتی مانند گندم، جو و ذرت در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که عملکرد دانه بیشتر به تعداد دانه وابسته است تا وزن دانه. بنابراین مطالعات بیشتر در طول دوره گلدهی (زمانی که تعداد دانه ایجاد می‌شود) متمرکز شده است. فیشر و ماورر (Fischer and Maurer, 1978) در تهیه ارقام متحمل به خشکی دو مرحله را مطرح کردند. در مرحلهٔ اول ارقام بر اساس عملکرد دانه در شرایط دارای تنش غربال می‌شوند و در مرحله دوم نمونه‌های باقی مانده بر اساس صفات مرفو فیزیولوژیک مهم مرتبط با عملکرد و مؤثر در تحمل خشکی غربال می‌گردند. وینکل (Winkel, 1989) دریافت که در غلات حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی حد فاصل سنبله رفتن تا گلدهی است و واریته‌هایی که قبل از گلدهی بتوانند بیوماس بالایی تولید و ذخیره اسیمیلات در ساقه را افزایش دهند جز واریته‌های متحمل به خشکی محسوب می‌شوند.

نارایان و میسرا (Narayan and Misra, 1989) در آزمایشی که به منظور تعیین مقاومت به خشکی واریته‌های گندم در دو محیط دارای تنش و بدون تنش انجام دادند دریافتند که شاخص حساسیت به خشکی با عملکرد در شرایط بدون تنش همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=۰/۷۱**) دارد. فیشر و وود (Fischer and Wood, 1979) در بررسی واکنش ارقام گندم بهاره به خشکی دریافتند که همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش(Ys) با وزن هزار دانه (r=۰/۳۲ *) و با تعداد سنبله در بوته (r=۰/۳۹*) مثبت و معنی‌دار و همبستگی آن در شرایط بدون تنش (Yp) با تعداد دانه در سنبله مثبت و معنی دار (r=۰/۵۸**) و با ارتفاع بوته منفی و معنی‌دار (r=.۰-/۳۹*) بود. در تحقیق آن‌ها همبستگی شاخص حساسیت به خشکی با صفات اندازه‌گیری شده در شرایط بدون تنش مانند عملکرد دانه (Yp) و تعداد دانه در سنبله (به ترتیب r=۰/٦۷** و r =۰/۷۰**) مثبت و معنی‌دار و با ارتفاع بوته منفی و معنی‌دار (r= -۰/٦۰**) گزارش گردید. نور مند موید (۱۳۷٦) در آزمایشی که به منظور بررسی تنوع صفات کمی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در گندم نان انجام داد نتیجه گرفت که همبستگی عملکرد دانه در شرایط دارای تنش با شاخص برداشت، وزن سنبله، تعدا د دانه در سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله و دوره پرشدن دانه مثبت و معنی‌دار است و بالاترین آن مربوط به همبستگی عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله (r=./۸۷**) بود. اهدائی (۱۳۷۲) گزارش کرد که شاخص برداشت تحت

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

تأثیر عوامل نامناسب محیطی به ویژه خشکی یا کم آبی کاهش می‌یابد. درصد شاخص برداشت به عوامل متعددی از جمله وزن نسبی ماده خشک قبل و بعد از گلدهی و به قابلیت انتقال مواد ذخیره شده در ساقه بعد از گلدهی به دانه بستگی دارد. اگر محیط زراعی نیمه خشک بوده و آب کافی در اختیار گیاه نباشد در چنین شرایط محیطی اگر درصد قابل توجهی از آب ذخیره شده قابل دسترس گیاه در خاک، قبل از گلدهی و دانه بستن به مصرف اندام‌های رویشی گیاه برسد، آب کافی برای دوره دانه‌بندی و پرشدن دانه‌ها وجود نخواهد داشت. در نتیجه تعداد و وزن دانه کاهش یافته و عملکرد دانه و شاخص برداشت نیز افت زیادی نشان خواهد داد. نیکخواه (۱۳۷۸) نشان داد که شاخص‌های GMP و STI شاخص‌های مناسبی هستند و می‌توانند به عنوان معیاری مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب در شرایط تنش خشکی در نظر گرفته شوند. طبق نظر بلوم و همکاران (Blum *et al*., 1983) و وآنیچیاریکو و پستی (Annicchiarico and Pecetti, 1995) همبستگی صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه از نقطه نظر کاربردی مهمترین هدف هر برنامه اصلاحی است. از آن جایی که عملکرد دانه وراثت‌پذیری پایینی دارد و توسط دامنه‌ای از مکانیزم‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و... کنترل می‌شود لذا صفت پیچیده‌ای است که جهت افزایش آن در برنامه‌های اصلاحی، از طریق غیرمستقیم یعنی با انتخاب صفاتی که وراثت‌پذیری بالایی دارند و دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد هستند اقدام می‌گردد.

هدف از این تحقیق بررسی اثر تنش خشکی بر روی صفات مورفو فیزیولوژیک و ارزیابی تحمل به تنش خشکی آخر فصل و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر گندم بوده است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ۲۰ ژنوتیپ امیدبخش گندم نان (*T. aestivum* L.) (جدول ۱) با کد C-80 در قالب دو آزمایش جداگانه و با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در شرایط آبیاری کامل و قطع آبیاری از زمان گلدهی به بعد در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اراک در سال‌های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ مورد مطالعه قرار گرفتند. میزان بارندگی دو سال زراعی مذکور نیز در جدول ۲ ارائه گردیده است. هر ژنوتیپ در یک کرت با ابعاد ۱/۲×۶ مترمربع کشت گردید. میزان کود مصرفی براساس تجزیه نمونه خاک و به مقدار ۰-۹۰ - ۱۳۵ از N-P-K اعمال گردید. میزان بذر مصرفی براساس ٤٥٠ دانه در مترمربع و با در نظر گرفتن وزن دانه برای هر ژنوتیپ تعیین شد. در طول دوره رشد علاوه بر مراقبت‌های زراعی، یادداشت برداری‌های لازم از کرت‌های آزمایشی به عمل آمد. برای اندازه‌گیری شاخص برداشت و همچنین صفات مورفو فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌ها، در دو مرحله گلدهی و رسیدن فیزیولوژیکی، نمونه‌های گیاهی شامل ۲۰ ساقه کامل (شامل تمامی برگ‌ها و سنبله) که به طور تصادفی در هر کرت و از سه تکرار از سطح زمین بریده شدند تهیه گردید. نمونه‌ها برای مدت ۷۲ ساعت در دمای ۸۰ C° خشک و سپس صفاتی مانند وزن کل ماده خشک در زمان گلدهی و زمان رسیدن، وزن سنبله در زمان گلدهی و رسیدن، وزن میانگره اول در زمان گلدهی و در زمان رسیدن، تعداد دانه درسنبله، وزن دانه و عملکرد دانه در سنبله و شاخص برداشت و تعداد روز تا گلدهی وتعداد روز تا رسیدن اندازه‌گیری شدند.

برای برآورد شاخص‌های حساسیت و یا تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از رابطه‌های پیشنهادی توسط فیشر و مورر (Fischer and Maurer, 1978) فرناندز (Fernandez, 1992) و رزیل و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) استفاده شد.

$$SI = 1-(\frac{\bar{Ys}}{Yp})$$

$$SSI = \frac{1-(Ys/Yp)}{SI}$$

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

$$TOL = Y_p - Y_s$$

$$MP = \frac{Ys + Yp}{2}$$

$$STI = \frac{(Yp)(Ys)}{(\overline{Yp})2}$$

$$GMP = \sqrt{(Ys)(Yp)}$$

در روابط فوق:

Y_p: عملکرد دانه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش

Y_s: عملکرد دانه هر ژنوتیپ در محیط دارای تنش

Y_s: میانگین عملکرد دانه کلیهٔ ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش

Y_p: میانگین عملکرددانه کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش

SI (Stress Intensity): شدت تنش

SSI (Stress Susceptibility Index) : شاخص حساسیت به تنش

TOL(Tolerance) : شاخص تحمل

MP (Mean Productivity): شاخص بهره‌وری متوسط

STI (Stress Tolerance Index): شاخص تحمل به تنش

GMP (Geometric Mean Productivity): شاخص میانگین هندسی بهره‌وری است.

در مورد داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده تجزیه واریانس به عمل آمد. روابط بین صفات اندازه‌گیری شده، شاخص‌های محاسبه شده و عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی با استفاده از روش‌های آماری (مانند رگرسیون گام به گام) با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

جدول ۱ـ ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش

Table 1. Genotypes used in the experiment

Genotype no.	شجره Pedigree
1	Shahryar
2	OWL
3	Vee "s" /Nac//1-66-22/3/Vee"s"/Snb"s"//1-66-22
4	Shi#4414/Crow"s"//Kvz/6/1-68-120/5/Gds/4/Anza/3/pi/Nar//Hys
5	Shi#4414/Crow"s"//V82187/T.aestxTi(Fr-kad*Gh)
6	Bow"s"/Crow"s"//Kie"s"/Vee"s"
7	Tx62A4793-7/CB809//Vee"s"/3/Shi#4414/Crow"s"
8	DH-34
9	Spd*2//Tjb338.251/Buc
10	Omid//H7/4p839/3/Omid/4/Tdo/5/ICWHA81-1473
11	Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/5/1-66-75
12	Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/5/1-66-75
13	(Rsh*2-10120)*2/4/ Anza/3/Pi/Nar//Hys
14	Omid/ Shi#4414/Crow"s"
15	Omid/ Shi#4414/Crow"s"
16	Jup/4/C11F/3/II14.53/Odin//Cl 13431
17	Batera//Buc/To173
18	DH4-263-1557F3 Vee"s"/Nac//1-66-22
19	DH4-168-1557F3 Vee"s"/Nac//1-66-22
20	DH4 - Vee"s"/Nac//1-66-22

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

جدول ۲ـ میزان بارندگی ماهیانه در سال‌های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ در اراک

Table 2. Amount of preicipitation (mm) in 2001-02 and 2002-03 cropping seasons at Arak research station

Month / Year	مهر Sept.	آبان Oct.	آذر Nov.	دی Dec.	بهمن Jan.	اسفند Feb.	فروردین March	اردیبهشت April	خرداد May	تیر June	مرداد July	شهریور Aug.
2001-02	2.5	25.5	106.4	57.1	7.6	15.6	121.8	10.6	-	-	-	-
2002-03	-	13.5	25.7	23.8	39.7	35.5	65.4	81.9	2.5	-	-	-

نتایج و بحث

براساس آمار هواشناسی ۲ ساله، در خرداد ماه و تیرماه سال ۱۳۸۱ هیچگونه بارندگی وجود نداشته و در سال ۱۳۸۲ در خرداد ماه فقط ۲/۵ میلیمتر بارندگی در ایستگاه مذکور وجود داشته است. زمان گلدهی و آمار هواشناسی بیانگر این است که پس از قطع آبیاری در زمان گلدهی هیچگونه بارندگی مؤثر وجود نداشته است و آزمایش تنش در هر دو سال تحت تأثیر بارندگی قرار نگرفته است.

همانطور که از نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) مشاهده می‌گردد اثر سال بر روی صفات عملکرد دانه (Grain yield = GY)، تعداد روز تا گلدهی (Days to heading = DHE)، تعداد روز تا رسیدگی (Days to maturity = DMA)، وزن پدانکل در زمان گلدهی (Peduncle weight at anthesis = PEWA)، تعداد دانه در سنبله (Grain number per spike = GNO) و وزن دانه در سنبله (Grain weight per spike = GW) در هر دو شرایط بدون تنش ودارای تنش، برای شاخص برداشت (Harvest index = HI) و وزن پدانکل در زمان رسیدگی (Peduncle weight at maturity = PEWM) در شرایط بدون تنش و برای ارتفاع بوته (Plant height = PLH) و وزن هزار دانه (Thousand kernel weight = TKW) در شرایط دارای تنش معنی‌دار شد. بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات PLH، DHE و DMA در هر دو شرایط دارای تنش و بدون تنش و برای TKW فقط در شرایط بدون تنش تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. اثر متقابل ژنوتیپ × سال برای صفات GY و PEWA در هر دو شرایط، DHE در شرایط بدون تنش و برای HI، GW و TKW در شرایط دارای تنش معنی‌دار شد (جدول ۳).شفا زاده (۱۳۸۰) در تحقیقی که در آن اثر تنش خشکی قبل و بعد از مرحله گلدهی بر روی ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم زمستانه و بینابین بررسی شد، اثر سال را در دو شرایط بدون تنش و دارای تنش قبل از مرحله گلدهی و اثر متقابل ژنوتیپ × سال را فقط در شرایط تنش بعد از مرحله گلدهی بر روی عملکرد دانه معنی‌دار گزارش کرد. رفیعی پور (۱۳۸۳) هم اثر تیمار آبیاری (بدون تنش و تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی) را در مکان‌های مختلف بر روی صفات HI، GNO و TKW بسیار معنی‌دار و اثر متقابل ژنوتیپ × تیمار آبیاری برروی صفات مذکور را غیرمعنی‌دار گزارش کرد.

در جدول ٤ مقادیر میانگین برای صفات در هر دو شرایط بدون تنش ودارای تنش نشان داده شده است. تنش خشکی بر روی تعدادی از صفات اثر منفی داشته و موجب کاهش آن‌ها شده است. میانگین عملکرد دانه (GY) و صفات تعداد روز تا رسیدگی (DMA)، شاخص برداشت (HI)، وزن پدانکل در زمان رسیدگی (PEWM) و وزن هزار دانه (TKW) در اثر اعمال تنش در مقایسه با شرایط بدون تنش به ترتیب ۶۱، ۷، ۵۱، ۶ و ۳۷٪ کاهش نشان می‌دهند. بالاترین میزان عملکرد دانه در شرایط تنش مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۱۸ ، ٦ و ۳ بود که به ترتیب دارای میانگین عملکرد ۲۷۰۰، ۲٤۲۰،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

۲۳۲۰ و ۲۳۱۰ کیلوگرم در هکتار بودند. تیمورپور (۱۳۸۳) کاهش میانگین صفات DMA، HI، PEWM و TKW گندم‌های بومی ایران در شرایط تنش خشکی بعد از گلدهی را در مقایسه با شرایط بدون تنش به ترتیب ۵، ۲۰، ۴۵ و ۲۳٪ گزارش کرد. در تحقیق وی که بر روی ۱۷ صفت در دو شرایط تنش و بدون تنش انجام پذیرفت بیشترین کاهش در شرایط تنش مربوط به وزن پدانکل زمان رسیدن (PEWM) با ۴۵٪ و کمترین آن مربوط به صفت وزن بیوماس زمان گلدهی (Biomass weight at anthesis = BWA) با ۰/۱ ٪ در مقایسه با شرایط بدون تنش بود. انتقال آسمیلاتها از پدانکل به دانه‌ها در شرایط تنش عامل اصلی کاهش شدید وزن PEWM بوده است. از آن جایی که در مطالعه وی تنش خشکی بعد از پایان رشد رویشی اعمال گردیده بود، بدیهی است که نباید تفاوتی بین وزن بیوماس زمان گلدهی (BWA) بین دو شرایط وجود می‌داشت.

در شرایط بدون تنش بالاترین میزان عملکرد دانه به ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ٦،۱۰، ۱۳، ۳،۱۸، ۸، ۲ و ۱ تعلق داشت که به ترتیب دارای میانگین عملکرد ٦۰۱۰، ۵۷۰۰، ۵۵۹۰، ۵۵۱۰، ۵٤۹۰، ۵٤۸۰، ۵۳٦۰، ۵۳۲۰ و ۵۳۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. برای تعیین تحمل ژنوتیپ‌های مورد بررسی به تنش خشکی، از عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش Y_S و محیط بدون تنش Y_P استفاده شد و میزان شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی تعیین گردید (جدول ۵). بر اساس شاخص SSI هرچه مقدار حاصله کوچکتر باشد، ژنوتیپ مورد نظر حساسیت کمتری دارد. ژنوتیپ‌های شماره ۱۳و ۹ به عنوان ژنوتیپ‌های با کمترین حساسیت شناسایی شدند. از طرف دیگر توسط شاخص‌های MP، GMP و STI که مقادیر بالای آن‌ها دلالت بر تحمل به تنش ژنوتیپ مورد بررسی دارد، ژنوتیپ‌های شماره‌های ۱۳، ٦ و ۱۸ به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط محیطی شناسایی شدند. ژنوتیپ شماره ۱۳ بر اساس اکثر شاخص‌های تحمل به خشکی به عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ شناخته شد.

برای صفت HI ژنوتیپ شماره ۲۰ در هر دو شرایط بیشترین مقدار را داشت. قابل ذکر است که کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش موجب گردید که شاخص برداشت هم در این شرایط در مقایسه با شرایط بدون تنش کاهش یابد (جدول ٤). در تحقیق شفازاده (۱۳۸۰) تنش خشکی قبل از مرحله گلدهی موجب کاهش رشد و وزن رویشی و تنش بعد از این مرحله موجب کاهش وزن دانه در مقایسه با شرایط بدون تنش شد که نهایتاً مقدار شاخص برداشت برای شرایط بدون تنش، تنش قبل از مرحله گلدهی و بعداز مرحله گلدهی به ترتیب ۴۸/۹٪، ۴۹/۵٪ و ٤٤/۸٪ گزارش گردید. ریچاردز و همکاران (Richards *et al*., 2002) گزارش کردند از آن جایی که شاخص برداشت نشان‌دهنده پتانسیل ژنتیکی است از اینرو مقادیر بالای آن در شرایط نرمال می‌تواند عملکرد بالا در شرایط دیم و دیگر محیط‌ها را موجب گردد. می‌تواند آن‌ها همچنین اشاره کردند که استفاده از ژن‌های کوتاه کننده ارتفاع و زودرسی موجب افزایش شاخص برداشت می‌گردد و هر دو صفت از وراثت پذیری بالایی برخوردار هستند. از آن جایی که شاخص برداشت از صفاتی است که می‌تواند در هر دو شرایط تنش و بدون تنش از اهمیت ویژه‌ای برخودار باشد، بنابراین شاید ضروری باشد که در برنامه‌های به نژادی بیشتر به این صفت توجه شود. طبق گزارش ریچاردز و همکاران (Richards *et al*., 1999) توجه بر روی صفاتی دیگر همچون زمان گلدهی، ارتفاع بوته، طول پدانکل، حذف پنجه‌های غیربارور، انتقال مجدد آسمیلاتهای ذخیره شده در ساقه به دانه‌ها، قطر آوندهای چوبی ساقه، دوام سبزینگی و لوله‌ای شدن برگ در ساعات گرم روز بهبود شاخص برداشت را در پی خواهد داشت. طبق بررسی آن‌ها صفات مذکور از وراثت پذیری متوسط تا بالایی برخوردار و به استثنای صفت انتقال مجدد آسمیلاتها انتخاب

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

بقیه صفات در نسل‌های در حال تفکیک آسان است.

اثر تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه بسیار بارز است چون عملکرد بالقوه بستگی به وزن هزار دانه دارد که مستلزم تجمع مواد فتوسنتزی در دانه است زیرا مواد جمع شده در دانه‌ها از دو منبع تأمین می‌شود که عبارتند از فتوسنتز جاری و همچنین انتقال مواد از سایر قسمت‌های گیاه به دانه، یعنی قسمتی از مواد فتوسنتزی که قبل از گرده‌افشانی ساخته شده است و در ساقه و یا سایر اجزاء گیاه ذخیره می‌گردند به دانه‌های در حال تشکیل منتقل می‌شوند. ولی قابل ذکر است که قسمت اعظم مواد ساخته شده در دانه بعد از گرده‌افشانی ساخته می‌شود که به شدت تحت تأثیر تنش خشکی است. در این تحقیق برای وزن هزار دانه (TKW) در شرایط بدون تنش و تنش به ترتیب ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۱۷ بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۶). طائف (۱۳۸۳) کاهش تعداد دانه در سنبله، وزن دانه و تعداد روز تا رسیدن گندم را در شرایط تنش گزارش کرد. براساس شاخص SSI که هر چه مقدار حاصله کوچکتر باشد ژنوتیپ مورد نظر متحمل‌تر است، ژنوتیپ‌های شماره ۱۷، ۸ و ۲۰ به ترتیب متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند (جدول ۶). از طرف دیگر توسط شاخص‌های STI، GMP و MP که مقادیر بالای آن‌ها معرف تحمل ژنوتیپ است، ژنوتیپ‌های شماره ۱۸، ۳ و ۱۹ به ترتیب به عنوان ژنوتیپ‌های با تحمل بالا شناسایی شدند. رویهمرفته می‌توان نتیجه گرفت که دز صفت وزن هزار دانه ژنوتیپ شماره ۱۷ مطلوبترین ژنوتیپ است (جدول ۶). طبق گزار ش ریچاردز و لوکاس (Richards and Lukacs, 2001) ارقام گندم با دانه درشت‌تر موجب استقرار گیاهان قوی‌تر می‌شود. در بررسی‌های ریچاردز و همکاران (Richards *et al.*, 1999) انتخاب دانه درشت دارای وراثت پذیری بالا، روش انتخاب آسان و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط کم بر روی این صفت است. در آزمایش‌هایی که در استرالیا انجام شد زودرسی گیاه مهمترین خصوصیات ارقام متحمل به تنش شناسایی گردید. بیشترین عملکرد دانه متعلق به ارقام گندمی بود که در اوائل فصل رشدبه سنبله رفتند چون که این ارقام از خشکی آخر فصل اجتناب کردند و مقدار آب مصرفی در این ارقام نیز کم بود. (به نقل از کفاشی، ۱۳۸۲)

ضریب همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط دارای تنش و بدون تنش مثبت و برابر $r = ۰/۶۱^{**}$ بود که از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۷). تیمورپور (۱۳۸۳) نیز ضریب همبستگی بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو شرایط را مثبت و بسیار معنی‌دار گزارش کرد. عملکرد در شرایط بدون تنش با کلیه شاخص‌ها به جز SSI همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ نشان داد و بیشترین آن مربوط به همبستگی با شاخص MP ($r = ۰/۹۵^{**}$) بود. عملکرد در شرایط دارای تنش با تمامی شاخص‌ها، به جز SSIو TOL، همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ نشان داد که بیشترین آن مربوط به همبستگی با شاخص STI و GMP ($r= ۰/۹۴^{**}$) بود. با توجه به اینکه در مجموع سه شاخص MP، GMP و STI بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در شرایط دارای تنش و بدون تنش دارند به عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به خشکی در این آزمایش در نظر گرفته شدند و ژنوتیپ‌هایی که بالاترین مقدار را در این سه شاخص داشته باشند به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی و انتخاب شدند.شفازاده و همکاران (۱۳۸۳) نیز همین نتیجه‌گیری را برای شاخص‌های مذکور گزارش و اظهار داشتند که شاخص‌های STI، GMP و MP به واسطه داشتن همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی می‌توانند برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و پر محصول برای هر دو شرایط محیطی به کار روند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده در آزمایش شرایط تنش خشکی و بدون تنش

Table 3. Combined analysis of variance for different traits in non- stress and stress conditions

			میانگین مربعات (MS)									
			GY		PLH		DHE		DMA		HI	
S.O.V	منابع تغیرات	df	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Year (Y)	سال	1	78.47**	0.446*	0.29^{ns}	745**	23.4**	644**	403.3**	243.7*	2090.8**	86.19^{ns}
Rep (Year)	تکرار در سال	4	1.78**	0.201^{ns}	2.45^{ns}	7.9^{ns}	0.933^{ns}	8.1**	0.633^{ns}	55.9**	38.86^{ns}	94.24*
Genotypeepe	ژنوتیپ	19	1.98^{ns}	0.702^{ns}	250.1**	179.6**	4.11*	2.34*	8.12**	12.51**	62.15^{ns}	63.1^{ns}
Year×Genr	سال × ژنوتیپ	19	1.73**	0.415**	2.55^{ns}	7.74^{ns}	1.82**	1.03^{ns}	0.96^{ns}	2.06^{ns}	40.82^{ns}	65.02*
Error	اشتباه	76	0.399	0.126	3.32	8.61	0.784	1.26	1.82	1.49	41.33	36.42

ادامه جدول ۲

			میانگین مربعات (MS)									
			PEWA		PEWM		GNO		GW		TKW	
S.O.V	منابع تغیرات	df	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Year (Y)	سال	1	99.9**	0.85*	164.5*	11.47^{ns}	217430*	515092**	625.8*	92.05*	234.4^{ns}	454.4*
Rep (Year)	تکرار در سال	4	3.23*	0.37^{ns}	70.4^{ns}	70.67**	44184.3*	47032.5*	178.9**	19.5^{ns}	130.9**	73.7^{ns}
Genotype	ژنوتیپ	19	3.28^{ns}	1.97^{ns}	39.9^{ns}	4.45^{ns}	39221^{ns}	19787.7^{ns}	49.6^{ns}	26.7^{ns}	115.9**	87.98^{ns}
Year × Gen	سال × ژنوتیپ	19	2.20**	1.98**	59.2^{ns}	2.38^{ns}	22347^{ns}	15224.8^{ns}	58.2^{ns}	24.53*	32.6^{ns}	104.6**
Error	اشتباه	76	0.99	0.802	53.11	1.89	17246.3	13150	38.7	12.33	23.95	43.6

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns : غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability level ,respectively.

ns: Non-significant

GY= عملکرد دانه در هکتار PLH= ارتفاع بوته DHE= روز تا رسیدن DMA= روز تا گلدهی HI= شاخص برداشت PEWA= وزن پدانکل درزمان گلدهی PEWM= وزن پدانکل در زمان رسیدن

GNO= تعداد دانه درسنبله GW= وزن دانه درسنبله TKW= وزن هزاردانه N: بدون تنش S: تنش خشکی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

جدول ٤- مقایسه میانگین (دو سال) عملکرد دانه و برخی صفات در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی (S) و بدون تنش (N)

Table 4. Mean comparsion (2 years) of grain yield and some of measured traits in wheat genotypes under stress (S) and non stress (N) conditions

	GY (kgha^{-1})		DHE		DMA		HI(%)		PEWA (g)		PEWM(g)		GNO		GW(g)		TKW(g)	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
1	2090 bcde	5310 abcde	133 abc	137 bc	165 h	178 cdef	16 abcd	32 bc	6.4 bc	6.6 bcde	7.7 def	7.4 b	20.1 ab	27.8 cd	0.5 bcd	1.0 b	23.8	36.1 defgh
2	2220 bcd	5320 abcde	134 a	137 bc	166 defg	178 cdef	13 abcd	35 abc	6.6 bc	7 abcde	8.1 bcde	8.6 b	18.7 bc	33.8 abcd	0.5 bcd	1.3 ab	23.8	39.6 bcdef
3	2310 abc	5490 abcde	132 bc	136 cd	166defg	178 cdef	17 abcd	34 abc	6.4 bc	6.8 abcde	9.4 ab	10.5 b	19.9 abc	29.8 bcd	0.5 bcd	1.4 ab	27.5 ab	45.7 ab
4	1610 efgh	4620 efg	133 abc	137 bc	167 bcde	179 abcde	12 cd	30 c	6.0 cd	5.6 ef	7.4 def	8.9 b	13.2 c	32.2 abcd	0.3 d	1.1 ab	21.0 bc	33.2 fgh
5	1960 bcdef	4610 efg	132 bc	136 cd	165 h	179 abcde	19 abcd	35 abc	6.6 bc	6.8 abcde	8.7 abcd	9.3 b	20.3 ab	29.7 bcd	0.5 bcd	1.2 ab	24.5	40.4 bcde
6	2320 abc	5700 ab	133 abc	136 cd	165 h	178 cdef	18 abcd	39 ab	6.9 abc	6.2 cdef	7.5 def	7.7 b	22.7 ab	36.2 abc	0.5 bcd	1.4 ab	21.0 bc	38.4 cdefg
7	2070 bcde	5000 bcdef	133 abc	137 bc	165 h	179 abcde	18 abcd	36 abc	6.5 bc	6.3 cdef	7.0 def	7.0 b	19.7 abc	33.6 abcd	0.5 bcd	1.2 ab	22.3	35.3 defgh
8	1550 fgh	5360 abcde	134 a	139 a	168 abc	179 abcde	23 a	36 abc	8.0 a	8.1 a	7.2 def	8.7 b	19.7 abc	40.6 a	0.5 bcd	1.3 ab	27.6 ab	32.2 gh
9	2040 bcde	4420 gf	133 abc	137 bc	168 abc	180 abc	14 abcd	32 bc	6.7 bc	7.2 abcde	7.8 def	8.5 b	18.9 bc	33.7 abcd	0.4 bcd	1.1 ab	19.6 bc	32.8 gh
10	1980 bcdef	5590 abc	133 abc	137 bc	169 a	181 a	15 abcd	38 abc	6.8 bc	6.2 cdef	8.2 abcd	8.4 b	17.8 bc	32.3 abcd	0.4 bcd	1.5 a	23.5	40.7 bcd
11	1330 h	3880 g	134 a	136 cd	168 abc	180 abc	16 abcd	30 c	7.4 ab	6.9 abcde	8.7 abcd	7.9 b	21.3 ab	33.8 abcd	0.4 bcd	1.1 ab	20.6 bc	31.2 h
12	1660 efgh	4200 fg	134 a	137 bc	168 abc	180 abc	13 abcd	36 abc	6.2 bcd	6.3 bcde	8.1 bcde	8.5 b	22.0 ab	36.7 abc	0.4 bcd	1.3 ab	15.9 c	35 cdefgh
13	2700 a	5510 abcd	133 abc	136 cd	168 abc	180 abc	15 abcd	34 abc	6.7 bc	5.7 ef	6.6 f	9.4 b	17.2 bc	27.4 d	0.3 cd	1.1 ab	20.0 bc	38.6 cdefg
14	1790 defgh	4410 fg	134 a	136 cd	168 abc	179 abcde	20 abc	30 c	7.0 abc	7.6 abc	9.3 abc	9.1 b	23.9 ab	29.3 bcd	0.6 abc	1.0 b	25.4 ab	34.6 defgh
15	1860 cdefg	4420 fg	133 abc	137 bc	168 abc	180 abc	15 abcd	31 c	6.4 bc	6.3 cdef	9.5 a	10.1b	21.6 ab	33.4 abcd	0.4 bcd	1.2 ab	19.8 bc	35.1 defgh
16	19605 bcdef	4780 abcdef	133 abc	137 bc	169 a	181 a	15 abcd	37 abc	6.7 bc	6.7 bcde	9.5 a	8.9 b	20.4 ab	37.3 ab	0.4 bcd	1.3 ab	19.7 bc	33.9 efgh
17	14707 gh	4660 defg	134 a	136 cd	168 abc	181 a	22 ab	35 abc	6.7 bc	7.2 abcde	8.7 abcd	9.0 b	27 a	39.7 a	0.6 abc	1.4 ab	31.3 a	34.9 defgh
18	24202 ab	5480 abcde	134 a	136 cd	166 defg	179 abcde	18 abcd	35 abc	7.5 ab	7.5 abcd	8.4 abcd	9.1 b	20.1 ab	29.8 bcd	0.5 bcd	1.4 ab	27.4 ab	47.1 a
19	2160 bcd	4990 bcdef	133 abc	137 bc	167 bcde	177 f	20 abcd	36 abc	6.7 bc	7.9 ab	7.9 cdef	10.5 b	18.4 bc	34.0 abc	0.5 bcd	1.4 ab	25.9 ab	42.8 abc
20	1870 cdef	6010 a	132 bc	138 ab	168 abc	181 a	23 a	42 a	5.2 d	5.3 f	7.4 def	7.3 b	20 ab	40.7 a	0.6 abc	1.5 a	28.5 ab	37.5 cdefgh
Mean	1969	4988	133	137	167	179	17	35	6.7	6.7	8.2	8.7	20.1	33.6	0.47	1.26	23.5	37.3

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ٥٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) .

Means with similar letter in each column are not significantly differerent at 5% probability level according to Duncan 's Multiple Range Test .

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

جدول ۵- برآورد شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش خشکی برای عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی

Table 5. Estimation of tolerance and susceptibility indices for grain yield in wheat genotypes under drought stress condition

Entry	Yp ($kg\ ha^{-1}$)	R	Ys ($kg\ ha^{-1}$)	R	SSI	R	TOL	R	MP	R	GMP	R	STI	R
1	5310	9	2090	7	1.00	13	3220	16	3702	8	3333	7	0.45	6
2	5320	8	2220	5	0.96	7	3100	13	3772	7	3438	5	0.48	5
3	5490	5	2310	4	0.96	7	3180	14	3901	5	3562	4	0.51	4
4	4620	14	1610	17	1.08	16	3010	11	3125	16	2728	17	0.30	17
5	4610	15	1960	11	0.95	6	2650	6	3286	13	3006	12	0.36	12
6	5700	2	2320	3	0.98	11	3380	17	4009	2	3636	3	0.53	2
7	5000	10	2070	8	0.97	10	2930	10	3531	10	3212	10	0.41	10
8	5360	7	1550	18	1.18	20	3810	19	3455	11	2882	14	0.33	14
9	4420	16	2040	9	0.89	2	2380	1	3229	14	3003	13	0.36	12
10	5590	3	1980	10	1.07	15	3610	18	3786	6	3329	8	0.45	6
11	3880	20	1330	20	1.09	17	2550	3	2604	20	2271	20	0.21	20
12	4200	19	1660	16	1.00	13	2540	2	2927	19	2637	18	0.28	18
13	5510	4	2700	1	0.84	1	2810	7	4104	1	3855	1	0.60	1
14	4410	18	1790	15	0.94	4	2620	5	3097	17	2806	16	0.32	16
15	4420	16	1860	14	0.96	7	2560	4	3143	15	2870	15	0.33	14
16	4780	12	1960	11	0.98	11	2820	8	3371	12	3060	11	0.38	11
17	4660	13	1470	19	1.13	18	3190	15	3062	18	2615	19	0.28	18
18	5480	6	2420	2	0.92	3	3060	12	3950	3	3643	2	0.53	2
19	4990	11	2160	6	0.94	4	2830	9	3574	9	3282	9	0.43	9
20	6010	1	1870	13	1.14	19	4140	20	3937	4	3350	6	0.45	6
Mean	4988		1969											

R(ranking)= رتبه بندي

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

جدول ٦- برآورد شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش برای وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های گندم

Table 6. Estimation of tolerance and susceptibility indices for thousand kernel weight in wheat genotypes under drought stress condition

Entry	TKWp(g)	R	TKWs(g)	R	SSI	R	TOL	R	MP	R	GMP	R	STI	R
1	36.1	10	23.8	9	0.92	5	12.3	7	29.95	10	29.31	11	0.62	11
2	39.6	6	23.8	9	1.08	11	15.8	12	31.70	8	30.70	8	0.68	8
3	45.7	2	27.5	4	1.08	11	18.2	17	36.60	2	35.45	2	0.90	2
4	33.2	17	21.0	13	0.99	7	12.2	6	27.10	16	26.40	15	0.50	15
5	40.4	5	24.5	8	1.06	9	15.9	13	32.45	6	31.46	6	0.71	6
6	38.4	8	21.0	13	1.22	18	17.4	16	29.70	12	28.40	12	0.58	12
7	35.3	11	22.3	12	1.00	8	13.0	8	28.80	14	28.06	13	0.57	13
8	32.2	19	27.6	3	0.39	2	4.6	2	29.90	11	29.81	9	0.64	9
9	32.8	18	19.6	19	1.09	13	13.2	9	26.20	18	25.36	18	0.46	18
10	40.7	4	23.5	11	1.14	16	17.2	15	32.10	7	30.93	7	0.69	7
11	31.2	20	20.6	15	0.92	5	10.6	5	25.90	19	25.35	19	0.46	18
12	35.0	13	15.9	20	1.47	20	19.1	19	25.45	20	23.59	20	0.40	20
13	38.6	7	20.0	16	1.30	19	18.6	18	29.30	13	27.78	14	0.55	14
14	34.6	15	25.4	7	0.72	4	9.2	4	30.00	9	29.65	10	0.63	10
15	35.1	12	19.8	17	1.18	17	15.3	11	27.45	15	26.36	16	0.50	15
16	33.9	16	19.7	18	1.13	14	14.2	10	26.80	17	25.84	17	0.48	17
17	34.9	14	31.3	1	0.28	1	3.6	1	33.10	5	33.05	4	0.79	4
18	47.1	1	27.4	5	1.13	14	19.7	20	37.25	1	35.92	1	0.93	1
19	42.8	3	25.9	6	1.07	10	16.9	14	34.35	3	33.29	3	0.80	3
20	37.5	9	28.5	2	0.65	3	9.0	3	33.00	4	32.69	5	0.77	5
Mean	37.3		23.5											

R(ranking)= رتبه بندی

TKW_p: وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش

TKW_S: ورن هزار دانه در شرایط تنش

TKWp: Thousand kernel weight in non- stress condition

TKW_S: Thousand kernel weight in stress condition

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

جدول ۷- ضرایب همبستگی میان شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی (n =۲۰)

Table 7. Correlation coefficients among drought tolerance and susceptibility indices and grain yield for investigated genotypes (n=20)

Drought tolerance indices	Y_S	SSI	TOL	MP	GMP	STI
Yp	0.61**	0.04^{ns}	0.80**	0.95**	0.84**	0.83**
Ys		-0.77**	0.02^{ns}	0.84**	0 .94**	0.94**
SSI			0.62**	-0.29^{ns}	-0.5*	-0.51*
TOL				0.56**	0.36^{ns}	0.34^{ns}
MP					0.97**	0.97**
GMP						0.99**

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

ns : غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability level ,respectively
ns: Non-significant

جدول ۸- ضرائب همبستگی بین صفات مختلف در شرایط بدون تنش (n=۲۰)

Table 8. Correlation coefficients between different traits in non-stress condition (n=20)

	DHE	DMA	HI	PEWA	PEWM	GNO	GW	TKW	Y_P
PLH	-0.21^{ns}	-0.40^{ns}	-0.42^{ns}	0.59**	-0.85^{ns}	-0.33^{ns}	0.18^{ns}	0.22^{ns}	-0.02^{ns}
DHE		0.29^{ns}	0.21^{ns}	-0.07^{ns}	-0.32^{ns}	0.54*	0.10^{ns}	-0.45*	0.17^{ns}
DMA			0.08^{ns}	-0.26^{ns}	0.02^{ns}	0.43^{ns}	0.03^{ns}	-0.45*	-0.17^{ns}
HI				-0.22^{ns}	-0.14^{ns}	0.50**	0.79**	0.33^{ns}	0.67**
PEWA					-0.13^{ns}	0.01^{ns}	0.04^{ns}	-0.09^{ns}	-0.27^{ns}
PEWM						-0.42^{ns}	0.21^{ns}	-0.22^{ns}	0.13^{ns}
GNO							0.59**	-0.43^{ns}	0.02^{ns}
GW								0.46*	0.50*
TKW									0.56*

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

ns : غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability level ,respectively
ns: Non-significant

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

جدول ۹- ضرائب همبستگی بین صفات مختلف در شرایط تنش (n=۲۰)

Table 9. Correlation coefficients between different traits in stress condition (n=20)

	DHE	DMA	HI	PEWA	PEWM	GNO	GW	TKW	Y_P
PLH	0.03 ns	-0.24 ns	-0.20 ns	0.48*	0.33 ns	-0.16 ns	-0.01 ns	0.13 ns	0.16 ns
DHE		0.37 ns	0.12 ns	0.54*	0.01 ns	0.31 ns	0.06 ns	-0.11 ns	-0.38 ns
DMA			-0.10 ns	-0.01 ns	0.24 ns	0.01 ns	-0.13 ns	-0.14 ns	-0.43 ns
HI				0.17 ns	-0.02 ns	0.55**	0.87**	0.82**	-0.15 ns
PEWA					0.08 ns	0.07 ns	0.06 ns	0.09 ns	-0.07 ns
PEWM						0.38 ns	0.28 ns	0.09 ns	-0.24 ns
GNO							0.76**	0.30 ns	-0.30 ns
GW								0.89**	-0.15 ns
TKW									-0.04 ns

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

ns : غیرمعنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability level ,respectively
ns: Non-significant

جدول ۱۰- تجزیه علیت برای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش براساس همبستگی ژنوتیپی

Table 10. Path analysis for grain yield in non-stress condition based on genotypic correlation

Direct effect اثر مستقیم		Indirect effect اثر غیرمستقیم				Total
		HI	GNO	GW	TKW	
HI	0.76	-	0.37	-0.83	0.37	0.67
GNO	0.74	0.38	-	-0.62	-0.49	0.02
GW	-1.05	0.60	0.44	-	0.51	0.50
TKW	1.11	0.25	-0.32	-0.49	_	0.56

همبستگي بين صفات در شرايط داراي تنش و بدون تنش

در شرایط دارای تنش، وزن دانه درسنبله (GW) همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص برداشت (**۰/۸۷ =r) و تعداد دانه درسنبله (GNO) (**۰/۷۶ =r) داشت (جدول ۹). ارتفاع بوته (PLH) با وزن پدانکل در زمان گلدهی (PEWA) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. تعداد روز تا گلدهی (DHE) با وزن پدانکل در زمان گل‌دهی دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. شاخص برداشت (HI) نیز دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با تعداد دانه در سنبله (**۰/۵۵ =r)، وزن دانه در سنبله (**۰/۸۷ = r) و وزن هزار دانه (**۰/۸۲ =r) بود. در شرایط بدون تنش، وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص برداشت (**۰/۷۹=r) داشت (جدول ۸). عملکرد دانه (Yp) در هکتار نیز با شاخص برداشت (**۰/۶۷ =r)، وزن دانه در سنبله (×۰/۵۰ = r) و وزن هزاردانه (TKW) (*۰/۵۶ = r) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۸). ارتفاع بوته با وزن پدانکل در زمان گلدهی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۸). این نتایج با بعضی از نتایج فیشر و وود (1979, Fischer and Wood)، نورمند موید (۱۳۷۶) و نیکخواه (۱۳۷۸) مطابقت دارد. با توجه به ضرایب همبستگی بین صفات در شرایط بدون تنش (نرمال) در اراک می‌توان برای افزایش عملکرد دانه در برنامه‌های به نژادی صفاتی همچون شاخص برداشت، وزن دانه در سنبله و وزن هزار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

دانه را مدنظر قرار داد. اما در شرایط تنش نمی‌توان روی هیچک از صفات اندازه‌گیری شده در این تحقیق برای افزایش عملکرد دانه متمرکز شد.

با توجه به ضرایب همبستگی معنی‌دار بعضی صفات از جمله شاخص برداشت (HI)، وزن دانه در سنبله (GW) و وزن هزاردانه (TKW) با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش تجزیه علیت نیز برای تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم انجام شد (جدول ۱۰). بر اساس آن اثر مستقیم صفت شاخص برداشت روی عملکرد دانه در هکتار مثبت (۰/۷۶) و بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت این صفت از طریق تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بود. اگر چه اثر مستقیم صفت تعداد دانه در سنبله معادل (۰/۷٤) است ولی به دلیل اثرات غیرمستقیم منفی و بالای این صفت بر روی عملکرد دانه از طریق صفت وزن دانه در سنبله (۰/٦۲-) و وزن هزاردانه (۰/٤۹-) همبستگی این صفت با عملکرد دانه کم و غیرمعنی‌دار شد. بیشترین اثر مستقیم مثبت در بین صفات مربوط به وزن هزاردانه (۱/۱۱) و بیشترین اثر مستقیم منفی مربوط به وزن دانه در سنبله (۱/۰۵-) بود.

منابع مورد استفاده References

اهدائي، ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. خلاصه مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران- کرج.

تیمورپور، ح. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی صفات مورفولوژیکی و برخی از ویژگی‌های زراعی گندم‌های بومی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

رفیعی‌پور، ش. ۱۳۸۳. بررسی عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی از صفات مورفو- فیزیولوژیک در لاین‌های امیدبخش گندم زمستانه (*Triticum aestivum* L.) تحت شرایط تنش خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

شفازاده، م. ك .، ا. يزدان سپاس، ا. اميني و م. ر. قنادها. ۱۳۸۳. بررسی تحمل به تنش خشکی آخر فصل در ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم زمستانه و بینابین با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش. نهال و بذر ۷۱-۵۷: (۱)۲۰.

طائف، م. ۱۳۸۳. بررسی تحمل تنش کم آبی آخر فصل در ۲۰ لاین و رقم گندم هگزا پلوئید از طریق محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

کردوانی .پ .۱۳٦۷. مناطق خشک جلد اول. انتشارات دانشگاه تهران.

كفاشي، ك . ۱۳۸۲. بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی در ارقام و لاین‌های گندم آبی مناطق معتدل. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

نورمند موی، ف. ۱۳۷٦. بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آن‌ها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی وتعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی . پایان نامه کارشناسی ارشد. رشته اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

نیکخواه، ح. ر. ۱۳۷۸. ارزیابی و مطالعه توارث پذیری مقاومت به خشکی در گندم نان. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

Annicchiarico, P. and L. Pecetti. 1995. Morpho-physiological traits to complement grain yield selection under semi-arid Mediterranean conditions in each of the durum wheat types *Mediterranean typicum* and *syriacum*. Euphytica. 86:191-198.

Blum, A., J. Mayer. and G. Gozlan. 1983. Associations between plant production and some physiological components of drought resistance in wheat. Plant Cell and Environ. 6: 219-225.

Bray, E. A. 1997. Plant response to water deficit trends. Plant Sci. 2: 48-54.

Derara, N. F., D. R. Marshal, and L. N. Balaam. 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. Exp. Agric. 5: 327-337.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance.pp. 257-270. In Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Taiwan. 13-16 Aug

Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.

Fischer, R. A.. and J. T. Wood. 1979. Drought resistance in spring wheat cultivars , yield associations with morpho–physiological traits. Aust. J. Agric. Res 30: 1001-1020.

Narayan, D. and R. D. Misra. 1989. Drought resistance in varieties of wheat in relation to root growth and drought indices. Indian. J. of Agric. Sci. 59(9)595-598.

Richards, R. A., A. G. Condon and G. J. Rebetzke. 1999. Drought. *In*: Applying physiology to wheat breeding. M.P. Reynolds, R. Trethowan, M. van Ginkel and A. McNab (eds.). CIMMYT, Mexico, DF.

Richards, R. A. and Z. Lukacs. 2001. Seedling vigor in wheat- sources of variation for genetic and agronomic improvement. Aust. J. Agric. Res. 53: 1.

Richards, R. A., G. J. Rebetzke, A. G. Condon and A. F. van Herwaarden. 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. Crop Sci. 42: 111-131.

Rosielle, A. T. and J. Hamblin. 1981. Theoritical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: 493.

Winkel, A. 1989. Breeding for drought tolerance in cereals. Vortage–fur–pflanzenzvchtuny. 16: 368-375.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]

Effects of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes

Koocheki[1], A. R., A. Yazdansepas[2], H. R. Nikkhah[3]

Abstract

This study was conducted to evaluate grain yield and some of morphological traits in 20 promising wheat genotypes under non-stressed and post-anthesis drought stress conditions at Arak Agricultural Research Station during 2001/02 and 2002/03 cropping seasons. Experimental design was randomized complete block with three replications. Peduncle weight, grain number per spike, grain weight per spike, 1000 kernel weight, harvest index and grain yield were measured from plant samples taken at anthesis and maturity. Results of combined analysis of variance showed significant difference among genotypes for most of the measured traits. Under stress conditions grain weight per spike showed positive and highly significant correlation with harvest index ($r=0.87^{**}$) and grain number per spike ($r=0.76^{**}$). Days to heading showed positive and significant correlation with peduncle weight at anthesis. Harvest index also showed positive and highly significant correlation with grain number per spike ($r=0.55^{**}$) and 1000 kernel weight ($r=0.82^{**}$). Under non-stress conditions, grain weight per spike showed positive and highly significant correlation with harvest index ($r=0.79^{**}$). Grain yield ha^{-1} also had positive and significant correlation with harvest index ($r=0.67^{**}$), grain weight per spike ($r=0.50^{*}$) and 1000 kernel weight ($r=0.56^{*}$). Based on positive and highly significant correlation of grain yield with MP, GMP and STI under both non-stress and stressed conditions, these indices were identified as reliable criteria to select genotypes under terminal drought stress condition. Based on path analysis, direct effect of harvest index on grain yield was positive (0.76). The most indirect and positive effect of harvest index on grain yield was via grain number per spike and 1000 kernel weight. The most positive and negative direct effects on grain yield belonged to 1000 kernel weight (1.11) and grain weight per spike (-1.05), respectively.

Key words: Wheat, drought stress, correlation, tolerance index , morphological traits.

Received**:**December, 2005

1 (Corresponding author), 2 and 3- Faculty members, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-21]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1385.8.1.2.1]