



بررسی تحمل خشکی در ژنوتیپ‌های گندم دیم تحت شرایط متفاوت رطوبتی

* رسول اسلامی^۱، مهدی تاج‌بخش^۲، عبدالعلی غفاری^۱، مظفر روستایی^۱ و ایرج برنوسی^۲

^۱ مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ارومیه

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۳/۱۱

چکیده

به منظور بررسی تحمل خشکی در ژنوتیپ‌های گندم دیم، آزمایشی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه، تحت دو شرایط تنش خشکی (دیم) و آبیاری تکمیلی، در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۲۰ ژنوتیپ گندم نان اجرا گردید. تجزیه واریانس آزمایش آبیاری تکمیلی، نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه، زیست توده، شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه وجود داشت. در آزمایش تنش خشکی نیز صفات شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه دارای تفاوت معنی‌داری بین ارقام بودند، ولی صفات عملکرد زیست توده و عملکرد دانه معنی‌دار نبودند. تجزیه واریانس مرکب برای دو آزمایش نشان داد که تنش خشکی، باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزاردانه گردید، اما بر عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد زیست توده تأثیر معنی‌داری نداشت. در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های شماره ۳ (ARG/R16//BEZ*2/3/AGRI/KSK/5/TRK13/6/M) و ۱۱ (M-70-) و ۲/۱۹ تن در ۲/۲۲ با میانگین ۴/۵/Alborz/4/K6290914/Cno//K58/ Tob/3/Wa هکتار بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. تحت آبیاری تکمیلی بیشترین عملکرد دانه به میزان ۳/۸۴ و ۴/۱۹ تن در هکتار مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۷ (DARI98-MA-) و ۳۹CIT98/99(F4)-1MA-0MA بود. ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۷ با دارا بودن بالاترین مقادیر STI، MP و GMP به عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، تنش خشکی، شاخص‌های تحمل

* مسئول مکاتبه: rasol_eslam@yahoo.com

مقدمه

تنش‌های محیطی را می‌توان به دو دسته عمده تنش‌های زنده و غیرزننده تقسیم‌بندی کرد (چاوز و اولیوریا، ۲۰۰۴). گیاهان در شرایط مزرعه‌ای در معرض تنش‌های غیرزننده متفاوتی مانند کمبود آب، دمای بالا، شوری و سرما قرار دارند. برآورد شده است که شرایط تنش‌زا می‌توانند به صورت بالقوه عملکرد گیاهان زراعی را بیش از ۵۰ درصد کاهش دهند (وی‌جی و تای‌جی، ۲۰۰۷). بلام (۲۰۰۵) در مطالعات خود بیان کرد که بیش‌ترین کاهش عملکرد هنگام وقوع تنش بعد از گرده‌افشانی به‌دست می‌آید. دن‌دا و ستی (۲۰۰۲) نیز اظهار داشتند که تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی تا رسیدگی موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود.

زمان وقوع، مدت زمان دوام تنش، فراوانی وقوع خشکی، خصوصیات خاک، تغییرات و نوسانات بارندگی همگی بر مقاومت به خشکی گیاه اثر دارند و این موضوع احتمالاً بیان‌گر آن است که چرا عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در یک سال خوب و در سال دیگر کم‌تر از انتظار است (سرمدنیا، ۱۹۹۳). خشکی یا کم‌آبی در طول فصل رشد گندم ممکن است پیوسته بوده و شدت آن به‌طور دایم زیادتر شود ولی در شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای، خشکی در انتهای فصل رشد مصادف با دوره دانه‌بندی گندم رخ می‌دهد (اهدایی، ۱۹۹۴). برخی صفات که ممکن است در مقاومت به خشکی انتهایی گندم دخالت داشته باشند عبارتند از: گل‌دهی زود هنگام، قوی بودن رشد اولیه، برگ‌های کوچک و باریک، تراکم کم روزنه، ریشک‌دار بودن سنبله‌ها، پرز داشتن برگ‌ها، مومی بودن سطح برگ‌ها و پیچش برگ‌ها (کوچکی و همکاران، ۱۹۹۷).

فرناندز (۱۹۹۲) در بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش، تظاهر گیاهان نسبت به دو محیط را به ۴ گروه تقسیم نمود:

- ۱- ژنوتیپ‌هایی که تظاهر یکسانی در محیط تنش و غیرتنش دارند (گروه A).
- ۲- ژنوتیپ‌هایی که فقط تظاهر خوبی در محیط بدون تنش دارا هستند (گروه B).
- ۳- ژنوتیپ‌هایی که در محیط تنش عملکرد بالایی دارند (گروه C).
- ۴- ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی در هر دو محیط دارند (گروه D).

شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین مقاومت و حساسیت آن‌ها ارائه شده است. به عقیده فرناندز (۱۹۹۲) مناسب‌ترین معیار انتخاب برای تنش معیاری است که بتواند گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص دهد. روزیلی و هامبلین (۱۹۸۱)

شاخص‌های تحمل (TOL)^۱ و متوسط محصول‌دهی (MP)^۲ را معرفی نمودند. مقدار بالای شاخص TOL نشانه حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها براساس مقادیر بالای MP است. با استفاده از شاخص‌های MP و TOL امکان تفکیک ژنوتیپ‌های گروه B و C از یکدیگر براساس تقسیم‌بندی فرناندز (۱۹۹۲) وجود دارد. فیشر و مائور (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش (SSI)^۳ را پیشنهاد نمودند. مقدار کم‌تر SSI نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش و در نتیجه پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است. با استفاده از شاخص SSI ژنوتیپ‌های گروه B و C از سایر گروه‌ها براساس تقسیم‌بندی فرناندز (۱۹۹۲) قابل تمایز هستند. فرناندز (۱۹۹۲) شاخص تحمل به تنش (STI)^۴ را معرفی نموده و براساس این شاخص ژنوتیپ‌های پایدار دارای مقادیر بالاتر STI هستند. انتظار می‌رود با استفاده از این شاخص ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها قابل تفکیک باشند. آقائی‌سربزه و روستائی (۲۰۰۸) در بررسی واکنش ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نان به شرایط تنش خشکی به این نتیجه رسیدند که در مجموع شاخص‌های متوسط محصول‌دهی (MP)، میانگین هندسی (GMP)^۵ و تحمل به تنش (STI) نسبت به تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی نتیجه مناسبی را نسبت به دو شاخص تحمل (TOL) و شاخص حساسیت به تنش (SSI) ارائه می‌کنند.

صبا و همکاران (۲۰۰۱) شاخص‌های MP، GMP و STI را شاخص‌های مؤثرتری نسبت به TOL و SSI به منظور گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی کردند. احمدی و باجلان (۲۰۰۸) و محمدی و همکاران (۲۰۱۰) نیز با بررسی ژنوتیپ‌های گندم در شرایط عادی و تنش خشکی دریافتند که شاخص‌های MP، GMP و STI مؤثرترین شاخص‌ها جهت شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌باشند.

میرطاهری (۲۰۰۸) در آزمایش خود برای ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام گندم با استفاده از شاخص‌های تحمل به تنش، به این نتیجه رسید که شاخص‌هایی که دارای بیش‌ترین همبستگی با عملکرد دانه در شرایط مختلف هستند بهترین گزینه برای انتخاب ارقام مقاوم به خشکی می‌باشند، بر

-
- 1- TOL= Toleranc Index
 - 2- MP= Mean Productivity
 - 3- SSI= Susceptibility Index
 - 4- STI= Stress Tolerance Index
 - 5- GMP= Geometric Mean Productivity

این اساس دو شاخص STI و MP مبنای انتخاب قرار گرفتند. براساس هر دوی این شاخص‌ها رقم چمران متحمل‌ترین رقم در برابر تنش خشکی انتخاب شد. هدف از این مطالعه بررسی اثر تنش خشکی و تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به تنش برای ارزیابی میزان حساسیت و مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های گندم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم نان دیم، این بررسی در سال زراعی ۱۳۸۶-۸۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه، در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار روی ۲۰ ژنوتیپ گندم نان (جدول ۱) و در دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی اجرا گردید. محل اجرای آزمایش در سال قبل به‌صورت آیش بود. به‌منظور آماده‌سازی زمین برای کاشت، در اوایل پاییز با گاوآهن قلمی و در بهار برای مبارزه با علف‌های هرز قبل از گل‌دهی به‌وسیله پنجه‌غازی شخم زده شد.

میزان کود شیمیایی مصرفی براساس نتایج آزمون خاک و تعیین حد بحرانی عناصر غذایی، کود ازته از منبع اوره به‌میزان ۱۲۰ و کود فسفره از منبع سوپر فسفات ۶۰ کیلوگرم که تماماً در پاییز مصرف گردید، ولی در آزمایش آبیاری تکمیلی در مرحله ابتدای ساقه‌دهی مقدار ۴۰ کیلوگرم کود ازته به‌صورت سرک مصرف گردید. هر کرت آزمایشی شامل شش خط ۶ متری به‌فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. بذور بعد از توزین با سم دیویدند^۱ ضد‌عفونی و در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۱۵ کشت شدند. آزمایش آبیاری تکمیلی به‌منظور سبز اولیه، در تاریخ ۱۳۸۶/۷/۱۶ به‌میزان ۵۰ میلی‌متر آبیاری گردید. آزمایش آبیاری تکمیلی در مرحله ساقه‌دهی و ظهور سنبله نیز به‌ترتیب به‌میزان ۲۵ و ۳۰ میلی‌متر آبیاری شد. میزان کل بارندگی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ حدود ۱۳۷ میلی‌متر بود که از اول بهار تا آخر فصل رشد ۱۸ میلی‌متر بارندگی با توزیع نامناسب اتفاق افتاده بود.

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های گندم.

ژنوتیپ	شجره	تیپ رشد (GHA)
۱	YUMAI13/5/NAI60/3/14.53/ODIN//CI13441ICWH99-0736-0AP-0AP-0AP-OMAR-2MAR	بهاره (S)
۲	PI/MZ//CNO67/3/LFN/4/ANT/5/ATTILA/6/S ICWH99161-0AP-0AP-0AP-OMAR-4MAR	بینابین (F)
۳	ARG/R16//BEZ*2/3/AGRI/KSK/5/TRK13/6/M ICWH99324-0AP-0AP-0AP-OMAR-2MAR	بینابین (F)
۴	OR F1.158/FDL//BLO/3/SHI4414/CROW/4/C ICWH99381-0AP-0AP-0AP-OMAR-6MAR	بینابین (F)
۵	RAN/NE701136//CI13449/CTK/3/SERI/5/LO ICWH99-0457-0AP-0AP-0AP-OMAR-7MAR	پائیزه (W)
۶	L 44-29 K 4-1/4/RPB868/CHRC//UT1567.1 ICWH99-0618-0AP-0AP-0AP-OMAR-3MAR	پائیزه (W)
۷	LOV29/3/JSW6/LOV13//JSW3/4/KREMENA/LO ICWH99331-0AP-0AP-0AP-OMAR-1MAR	بهاره (S)
۸	Vee"s"/Nac//shi#4414/crow"s"	بینابین (F)
۹	TRILIA/MV17 TCI951373-0SE-0YC-0E-1YE-0YE-4YM-0YM	پائیزه (W)
۱۰	AGRI/BJY//VEE/3/PRINIA CMSW94WM00828-0SE-0YC-0E-2YE-0YE-1YM-0YM	بینابین (F)
۱۱	M-70-4/5/Alborz/4/K6290914/Cno//K58/ Tob/3/Wa	پائیزه (W)
۱۲	UNKNOWN-16AP-0AP-1MAR	پائیزه (W)
۱۳	AGRI/BJY//VEE/3/PRINIA	بینابین (F)
۱۴	ERYT5678-87/F900K//SULTAN95	بهاره (S)
۱۵	F134.71/NAC//ZOMBOR	پائیزه (W)
۱۶	VRZ/3/OR F1_158/FDL//BLO/4/VRZ/3/OR F1.148/TDL//B~	بینابین (F)
۱۷	DARI98-MA-39CIT98/99(F4)-1MA-0MA	پائیزه (W)
۱۸	Savalan/3/Agribyj//Vee OSE-OYC-1YE-OYC	پائیزه (W)
۱۹	Azar - 2	پائیزه (W)
۲۰	Alvand	بینابین (F)

-
- 1- Growth Habit
 - 2- Spring
 - 3- Facultative
 - 4- Winter

آزمایش دیم به علت کاهش بارندگی و وقوع تنش خشکی زودهنگام، جهت حفظ ژرم پلاسماها آزمایش یاد شده در مرحله ساقه‌دهی به میزان ۵۰ میلی‌متر آبیاری شد. در طول فصل رشد صفات تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزاردانه، شاخص برداشت، عملکرد زیست توده، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه مورد مطالعه قرار گرفتند.

پس از رسیدن بوته‌ها، عملکرد زیست توده با برداشت ۶ خط ۱ متری از هر کرت به‌طور جداگانه اقدام و سپس شاخص برداشت محاسبه شد: با استفاده از عملکرد دانه در آزمایش تنش خشکی و آبیاری تکمیلی، شاخص‌های زیر برای هر ژنوتیپ محاسبه گردید:

$$SSI = [1 - (Y_s / Y_p)] / SI \quad (1) \text{ - شاخص حساسیت به تنش:}$$

$$TOL = Y_p - Y_s \quad (2) \text{ - شاخص تحمل:}$$

$$MP = (Y_p + Y_s) / 2 \quad (3) \text{ - میانگین حسابی:}$$

$$STI = \frac{Y_s \times Y_p}{\bar{Y}_p^2} \quad (4) \text{ - شاخص تحمل به تنش:}$$

$$GMP = \sqrt{Y_p \times Y_s} \quad (5) \text{ - میانگین هندسی:}$$

که در این رابطه‌ها، SI: شدت تنش یا سختی محیط است که از رابطه زیر محاسبه شد.

$$SI = 1 - \frac{\bar{Y}_s}{Y_p} \quad (6)$$

که در آن‌ها، Y_p : میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ موردنظر در شرایط بدون تنش، Y_s : میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ موردنظر در شرایط تنش، y_p : میانگین عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و y_s = میانگین عملکرد دانه همه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می‌باشد. قبل از تجزیه واریانس، نرمال بودن خطاهای آزمایشی و اثر افزایشی تکرار با تیمار مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. ضرایب همبستگی عملکرد دانه با شاخص‌ها محاسبه گردید. محاسبه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS10 و Genstst9th انجام گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه: تجزیه واریانس ساده نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت ولی در شرایط تنش خشکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). در شرایط آبیاری تکمیلی، بالاترین عملکرد دانه به‌میزان ۴/۱۸ تن در هکتار متعلق به لاین شماره ۱۷ بود و پس از آن ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۵، ۱۴ و ۱۵ به‌ترتیب با عملکرد دانه ۳/۸۳، ۳/۵۶، ۳/۶۳ و ۳/۵۰ تن در هکتار از عملکرد دانه بیش‌تری برخوردار بودند (جدول ۴). در شرایط تنش خشکی (دیم)، بیش‌ترین عملکرد دانه را ژنوتیپ شماره ۳ به‌میزان ۲/۲۲ تن در هکتار و پس از آن ژنوتیپ شماره ۱۱ با میانگین عملکرد ۲/۱۹ تن در هکتار تولید کرد (جدول ۳). نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به جدول ۳ ملاحظه می‌گردد که میانگین عملکرد دانه در آزمایش آبیاری تکمیلی معادل ۳/۰۸ تن در هکتار و در آزمایش تنش خشکی برابر ۱/۹۱ تن در هکتار بود. تنش خشکی باعث کاهش حدود ۳۸ درصد عملکرد دانه در مقایسه با شرایط آبیاری تکمیلی گردید. احمدی و همکاران (۲۰۰۸)، در بررسی تغییرات عملکرد دانه و واکنش ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان نسبت به تنش خشکی اظهار داشتند که ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری را برای همه صفات مورد بررسی نشان داده و تنش خشکی عملکرد دانه را به‌میزان ۵۰ درصد کاهش داد. در این مورد دوگان و فلاور (۲۰۰۶) به نتیجه مشابهی دست یافته بودند. بدیهی است که میزان کاهش عملکرد بستگی به‌میزان شدت تنش و ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارد.

عملکرد زیست توده: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد زیست توده در شرایط آبیاری تکمیلی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، ولی تحت تنش خشکی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد زیست توده در شرایط آبیاری تکمیلی مربوط به ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ و ۱۸ به‌ترتیب با ۱۲/۱۲ و ۱۱/۲۴ تن در هکتار و کم‌ترین به رقم الوند با ۵/۰۹ و شماره ۶ با ۶/۳۹ تن در هکتار بود (جدول ۴). در شرایط تنش خشکی ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۱۴ و ۱۵ به‌ترتیب با ۵/۹۴، ۵/۶۶ و ۵/۷۷ تن در هکتار بیش‌ترین و شماره ۶ با ۴/۰۵ کم‌ترین عملکرد زیست توده را تولید کردند (جدول ۴). تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اعمال تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد زیست توده داشت و شرایط محیطی باعث کاهش آن گردیده است (جدول ۳). میانگین عملکرد زیست توده در شرایط آبیاری تکمیلی برابر ۸/۲۳ و در

شرایط تنش خشکی برابر ۵/۰۶ تن در هکتار بود، که نشان می‌دهد تنش خشکی به‌طور متوسط باعث کاهش حدود ۳۸ درصد عملکرد زیست توده گردیده است (جدول ۴). امام و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که تنش خشکی پس از گرده‌افشانی در گندم نان، باعث کاهش عملکرد زیست توده در تمامی ژنوتیپ‌ها گردید. کان و همکاران (۲۰۰۴) هم به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی از طریق کاهش رشد پنجه‌ها و افزایش نسبت پنجه‌های نابارور به بارور و با عقیم نمودن پنجه‌های به‌دست آمده علاوه بر کاهش عملکرد دانه، عملکرد زیست توده را نیز کاهش می‌دهد. توکلی (۲۰۰۳) اظهار داشت که حداقل مصرف آب به‌ویژه در زمان کاشت، به‌طور مؤثر در افزایش کاه و کلش و عملکرد زیست توده تأثیر دارد.

شاخص برداشت: در هر دو آزمایش از نظر شاخص برداشت بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). با توجه به جدول ۴ بیش‌ترین شاخص برداشت در شرایط آبیاری تکمیلی، مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۴ با مقدار ۴۶ درصد و کم‌ترین به شماره ۱۷ با ۳۳ درصد تعلق داشت. در شرایط تنش خشکی نیز بیش‌ترین شاخص برداشت متعلق به ژنوتیپ شماره ۱۷ به‌میزان ۴۲ درصد و حداقل آن به لاین شماره ۱۰ با ۳۰ درصد مربوط بود (جدول ۴). اثر اعمال تنش خشکی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳). میانگین شاخص برداشت در آزمایش آبیاری تکمیلی و تنش خشکی به ترتیب ۴۱ و ۳۸ درصد بود که نشان‌دهنده کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی می‌باشد (جدول ۴). اهدایی و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کرده‌اند که شاخص برداشت تحت‌تأثیر عوامل محیطی نامناسب به‌ویژه خشکی، کاهش می‌یابد.

تعداد سنبله در مترمربع: باتوجه به جدول ۲ ملاحظه می‌گردد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر تعداد سنبله در مترمربع در هر دو شرایط اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. کم‌ترین و بیش‌ترین تعداد سنبله در واحد سطح در شرایط تنش خشکی، به‌ترتیب مربوط به ژنوتیپ شماره ۲ با ۳۰۷ و شماره ۴ با ۴۸۲ سنبله در مترمربع و در شرایط آبیاری تکمیلی نیز متعلق به ژنوتیپ شماره ۷ با ۳۷۸ عدد و شماره ۵ با ۵۹۷ سنبله در مترمربع بود (جدول ۴). اثر تنش خشکی بر تعداد سنبله در واحد سطح در مطالعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته و با توجه به زمان اعمال تنش و سایر شرایط اعمال شده در هر دو آزمایش، نتایج مختلفی گزارش شده است. افیونی و سالمی (۲۰۰۵) در بررسی اثر کم‌آبیاری در طول فصل رشد بر رقم گندم، اثر تیمارهای آبیاری را بر تعداد سنبله در

واحد سطح معنی‌دار یافتند و گزارش نمودند که با کاهش ۴۰ درصد آب مصرفی نسبت به آبیاری کامل، کاهش تعداد سنبله در واحد سطح حدود ۱۳/۴ درصد بوده است. امام و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که اثر تنش خشکی بعد از مرحله گل‌دهی بر تعداد سنبله در واحد سطح معنی‌دار نبود.

وزن هزاردانه: تجزیه واریانس داده‌های وزن هزاردانه نشان داد (جدول ۲) که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد، در هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی وجود داشت. بیش‌ترین وزن هزاردانه در شرایط تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۱ با ۳۸/۳ و آذر- ۲ با ۳۸/۴ گرم و کم‌ترین آن مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۵ با ۲۸/۱ گرم بود (جدول ۴). بیش‌ترین وزن هزاردانه در شرایط آبیاری تکمیلی متعلق به ژنوتیپ شماره ۱۱ با ۴۰/۹ و آذر- ۲ با ۴۳/۱ گرم، کم‌ترین وزن هزاردانه در این شرایط متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱۴ و ۱۵ به ترتیب با ۳۱/۳ و ۳۱/۲ گرم بود (جدول ۴). تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر تنش خشکی بر وزن هزاردانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). افیونی و سالمی (۲۰۰۵) در بررسی اثر تیمار ۲۰ و ۴۰ درصد کاهش آب آبیاری در مقایسه با شاهد بر ارقام گندم، دریافتند که هر دو عامل آزمایش اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه داشت.

تعداد دانه در سنبله: از نظر تعداد دانه در سنبله نیز در هر دو شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی بین ژنوتیپ‌ها، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله در شرایط آبیاری تکمیلی، مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۷ با ۳۹ دانه و کم‌ترین آن متعلق به ژنوتیپ شماره ۵ با ۲۴ دانه در هر سنبله بود (جدول ۴). همچنین در شرایط تنش خشکی بیش‌ترین مقدار این صفت را ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۳ با ۳۴ و کم‌ترین مقدار را ژنوتیپ‌های شماره ۹ و ۱۱ با ۲۱ دانه در هر سنبله به خود اختصاص دادند (جدول ۴). اعمال تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر روی این صفت داشت (جدول ۳). تعداد دانه در سنبله به رابطه منبع و مخزن بستگی دارد. هر گونه تأثیر سوء تنش آبی بر روی فعالیت منبع یا مخزن، می‌تواند بر انتقال مواد پرورده تأثیر بگذارد. بنابراین کاهش در صدور مواد از برگ می‌تواند ناشی از اخلال در عمل بارگیری مواد پرورده در منبع یا اخلال در عمل تخلیه مواد پرورده در مخزن باشد (کوچکی و بنایان، ۱۹۹۴؛ فرهی‌آشتیانی و پردیزیان، ۱۹۹۷).

با توجه به جدول ۵ ملاحظه می‌گردد که بالاترین مقدار شاخص MP به‌میزان ۳/۰۳ و ۳/۱۴ متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۷ بود. این ژنوتیپ‌ها همچنین بالاترین مقدار شاخص GMP را به‌میزان ۲/۹۲ و ۲/۹۶ به خود اختصاص دادند. براساس نتایج، ژنوتیپ‌های شماره ۳ و ۱۷ از نظر شاخص

STI نیز رتبه اول را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارا بودند. بنابراین با توجه به این سه شاخص می‌توان از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های ۳ و ۱۷ را به‌عنوان متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش خشکی معرفی نمود.

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی و آبیاری تکمیلی.

تنش خشکی							منابع تغییر	درجه آزادی
عملکرد	تعداد دانه	وزن	تعداد سنبله	شاخص	عملکرد	درجه آزادی		
عملکرد	تعداد دانه	وزن	تعداد سنبله	شاخص	عملکرد	درجه آزادی	منابع تغییر	
زیست‌توده	در سنبله	هزاردانه	در مترمربع	برداشت	زیست‌توده			
۴/۰۳ ^{NS}	۱۶/۲۶ ^{NS}	۱۰/۵۴*	۲۹۶۳۷**	۶۱/۲۸**	۴/۰۱*	۲	بلوک	
۰/۱۱ ^{NS}	۴۷/۴۹**	۳۲/۱۴**	۶۷۵۸**	۲۳/۵۳*	۰/۶۸ ^{NS}	۱۹	ژنوتیپ	
۰/۱۲	۱۱/۴۴	۲/۷۸	۲۶۰۸	۱۲/۷۱	۱/۰۵	۳۸	خطا	
۱۷/۹	۱۲/۷	۵/۲	۱۳/۲	۹/۵	۲۰/۲		ضریب تغییرات (درصد)	
آبیاری تکمیلی								
۱/۱**	۱۷/۷۸ ^{NS}	۳/۱۳ ^{NS}	۲۰۵۰ ^{NS}	۱۳/۴۶ ^{NS}	۱۱/۵۶**	۲	بلوک	
۱/۰۲**	۵۵/۴۷**	۲۹/۰۲**	۱۰۲۳۵**	۱۵/۸۴**	۹/۱۰**	۱۹	ژنوتیپ	
۰/۱۰	۱۰/۸۱	۲/۴۱	۳۰۱۳	۴/۴۹	۱/۵۲	۳۸	خطا	
۱۰/۶	۱۰	۴/۵	۱۱	۵/۱	۱۵		ضریب تغییرات (درصد)	

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{NS} غیر معنی‌دار.

جدول ۳- تجزیه مرکب صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های گندم.

میانگین مربعات							منابع تغییر	درجه آزادی
تعداد دانه	شاخص	عملکرد	تعداد سنبله	وزن	عملکرد	درجه آزادی		
تعداد دانه	شاخص	عملکرد	تعداد سنبله	وزن	عملکرد	درجه آزادی	منابع تغییر	
در سنبله	برداشت	زیست‌توده	در مترمربع	هزاردانه	دانه			
۱۴۲۶/۲۸*	۴۸۵/۷۹*	۳۰۱/۴۴**	۳۷۱۸۵۳**	۱۶۶/۱۲**	۵۴/۳۱**	۱	شرایط محیطی	
۲۷/۴۷	۳۸/۲۲	۷/۷۸	۱۱۶۵۰	۶/۹۳	۰/۷۲	۴	اشتباه ۱	
۱۰۰/۴۲**	۲۰/۹۶*	۴/۹۶**	۱۱۴۰۰**	۵۰/۷۵**	۰/۶۹**	۱۹	ژنوتیپ	
۱۷/۲۲*	۱۴/۵۷ ^{NS}	۴/۸**	۴۷۴۰ ^{NS}	۲/۴۱ ^{NS}	۰/۴۴**	۱۹	ژنوتیپ × شرایط محیطی	
۷/۱۹	۱۱/۳۲	۱/۲۸	۳۱۸۴	۲/۵۹	۰/۱۱	۷۶	اشتباه ۲	
۹	۸/۵	۱۷	۱۲/۷	۴/۹	۱۳/۱		ضریب تغییرات (درصد)	

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{NS} غیر معنی‌دار.

همبستگی عملکرد دانه در شرایط عادی (Y_p) با کلیه شاخص‌های مورد مطالعه یعنی MP ، GMP ، STI شرایط عادی بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با MP ($0/97^{**}$) و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با STI ($0/70^{**}$) نشان داد (جدول ۶).

جدول ۵- برآورد شاخص‌های تحمل به تنش در ژنوتیپ‌های گندم.

ژنوتیپ	عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی (Y_p)	عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی (Y_s)	حساسیت به تنش (SSI)	شاخص تحمل (TOL)	شاخص تحمل به تنش (STI)	شاخص میانگین حسابی (MP)	شاخص میانگین هندسی (GMP)
۱	۲/۶۴۶	۱/۷۲۱	۰/۹۲	۰/۹۳	۰/۴۸	۲/۱۸	۲/۱۳
۲	۳/۲۷۵	۱/۷۰۶	۱/۲۷	۱/۵۷	۰/۵۹	۲/۴۹	۲/۳۶
۳	۳/۸۳۹	۲/۲۲۰	۱/۱۱	۱/۶۲	۰/۹۰	۳/۰۳	۲/۹۲
۴	۲/۵۶۷	۲/۰۹۴	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۵۷	۲/۳۳	۲/۳۲
۵	۳/۵۶۴	۱/۸۳۰	۱/۲۹	۱/۷۳	۰/۶۹	۲/۷۰	۲/۵۵
۶	۲/۷۱۷	۱/۶۹۷	۰/۹۹	۱/۰۲	۰/۴۹	۲/۲۱	۲/۱۵
۷	۲/۳۲۷	۱/۹۵۰	۰/۴۳	۰/۳۸	۰/۴۸	۲/۱۴	۲/۱۳
۸	۲/۹۰۲	۱/۷۳۹	۱/۰۶	۱/۱۶	۰/۵۳	۲/۳۲	۲/۲۵
۹	۲/۸۵۳	۱/۸۸۴	۰/۹۰	۰/۹۷	۰/۵۷	۲/۳۷	۲/۳۲
۱۰	۲/۹۶۳	۱/۸۸۴	۰/۹۶	۱/۰۸	۰/۵۹	۲/۴۲	۲/۳۶
۱۱	۳/۲۵۱	۲/۱۹۳	۰/۸۶	۱/۰۶	۰/۷۵	۲/۷۲	۲/۶۷
۱۲	۳/۱۱۷	۱/۷۶۰	۱/۱۵	۱/۳۶	۰/۵۸	۲/۴۴	۲/۳۴
۱۳	۲/۷۱۹	۱/۸۱۳	۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۵۲	۲/۲۷	۲/۲۲
۱۴	۳/۶۳۴	۱/۹۷۵	۱/۲۱	۱/۶۶	۰/۷۶	۲/۸۰	۲/۶۸
۱۵	۳/۵۰۲	۲/۰۲۲	۱/۱۲	۱/۴۸	۰/۷۵	۲/۷۶	۲/۶۶
۱۶	۲/۷۷۲	۱/۷۷۹	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۵۲	۲/۲۸	۲/۲۲
۱۷	۴/۱۸۷	۲/۰۸۶	۱/۳۳	۲/۱۰	۰/۹۲	۳/۱۴	۲/۹۶
۱۸	۳/۴۹۹	۱/۸۷۲	۱/۲۳	۱/۶۳	۰/۶۹	۲/۶۹	۲/۵۶
۱۹	۲/۸۹۶	۲/۱۶۳	۰/۶۷	۰/۷۳	۰/۶۶	۲/۵۳	۲/۵۰
۲۰	۲/۳۲۰	۱/۸۵۹	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۴۶	۲/۰۹	۲/۰۸

همبستگی عملکرد دانه در شرایط عادی (Y_p) با عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی (Y_s)، ($0/84^{**}$) مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۶). بنا به نظر فرناندز (۱۹۹۲) شاخصی که همبستگی معنی‌دار و بالا با عملکرد دانه در شرایط عادی و تنش داشته باشد به‌عنوان بهترین شاخص انتخاب می‌شود. وجود همبستگی‌های بالای معنی‌دار و مثبت Y_p و Y_s با شاخص‌های MP ، GMP و STI بیان‌گر آن

است که شاخص‌های یاد شده می‌توانند به‌عنوان مؤثرترین شاخص‌ها برای گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در نظر گرفته شوند. سایر پژوهش‌گران نیز کارآیی این شاخص‌ها را در پژوهش‌های خود نشان داده‌اند (احمدی و باجلان، ۲۰۰۸؛ صبا و همکاران، ۲۰۰۱؛ ملکی و همکاران، ۲۰۰۸؛ طالبی و همکاران، ۲۰۰۹؛ محمدی و همکاران، ۲۰۱۰). آقائی‌سربرز و روستائی (۲۰۰۸) هم در آزمایش خود در مجموع شاخص‌های MP، GMP و STI را در مقایسه با دو شاخص TOL و SSI مناسب‌تر گزارش کردند.

جدول ۶- همبستگی بین شاخص‌های مختلف تحمل به تنش و عملکرد دانه در دو شرایط تنش و عدم تنش.

شاخص‌ها	عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی (Y _p)	عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی (Y _s)	میانگین عملکرد دانه در شرایط آبیاری تکمیلی و تنش خشکی
شاخص حساسیت به تنش (SSI)	۰/۸۲**	-۰/۲۰ ^{ns}	۰/۶۵**
شاخص تحمل به تنش (STI)	۰/۹۳**	۰/۷۰**	۰/۹۹**
شاخص تحمل (TOL)	۰/۹۴**	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۸۲**
شاخص میانگین حسابی (MP)	۰/۹۷**	۰/۶۱**	۱**
شاخص میانگین هندسی (GMP)	۰/۹۳**	۰/۶۹**	۰/۹۹**

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش لاین‌های ۳، ۱۱ و ۱۷ در مقایسه میانگین‌ها از نظر عملکرد دانه، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و شاخص برداشت در زمره لاین‌های برتر قرار داشتند. افزون بر این، لاین‌های یاد شده از نظر شاخص‌های MP، GMP و STI از ارزش بالایی برخوردار بوده و در زمره لاین‌های متحمل به تنش خشکی واقع شدند. بنابراین به‌طور کلی می‌توان لاین‌های موردنظر را به‌عنوان لاین‌های برتر از نظر عملکرد دانه، اجزای عملکرد دانه و تحمل به تنش خشکی در نظر گرفت. در عین حال برای حصول نتایج قطعی باید آزمایش‌ها در چند سال تکرار شوند. لاین‌های ۱ و ۶ در مقایسه میانگین‌ها از نظر عملکرد دانه و تعداد سنبله در مترمربع جزو لاین‌های نامطلوب محسوب شدند. این لاین‌ها همچنین از نظر شاخص‌های MP، GMP و STI جزو لاین‌های حساس به تنش خشکی منظور شدند.

منابع

- Afuoni, D., and Salami, H. 2005. Effects of deficit irrigation on the yield and components yield new wheat cultivar. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 3: 12. 10-20. (In Persian).
- Aghaee-Sarberzeh, M., and Roustaei, M. 2008. Responses genotypes advanced bread wheat to drought stress conditions in cold and cold temperate. Abstracts of 10th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding, Aug 18-20. Karaj- S.P.I.I. 217p. (In Persian)
- Ahmadi, H., and Bajelan, B. 2008. Heritability of drought tolerance in wheat. *Am-Euras. J. Agric. Environ. Sci.* 3: 632-635.
- Ahmadi, J., Zamani, H., Moradgani, H., and Fabriki orang, S. 2008. Evaluation of drought tolerance and tolerance Indexes in bread wheat cultivars, Abstracts of 10th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding, Aug 18-20. Karaj- S.P.I.I. 208p.(In Persian)
- Blum, A. 2005. Mitigation of drought stress by crop management. Available online at: <http://www.plant stress.com>.
- Chaves, M.M., and Oliveira, M.M. 2004. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: Prospects for water-saving agriculture. *J. Exp. Bot.* 407: 2365-2385.
- Cone, A.E., Slafer, G.A., and Halloran, G.M. 2004. Effects of moisture stress on leaf appearance, till ring and other aspects of development in *Triticum tauschii*. *Euphytica.* 86: 55-64.
- Dhanda, S.S., and Sethi, G.S. 2002. Tolerance to drought stress among selected Indian wheat cultivars. *J. Agric. Sci.* 139: 319-326.
- Duggan, B.L., and Flower, D.B. 2006. Yield structure and kernel potential of winter wheat on the Canadian prairies. *Crop Sci.* 46: 1479-1488.
- Ehdaie, B. 1994. Selection for drought resistance in the wheat of Abstract 1st Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. Karaj-S.P.I.I. (In Persian)
- Ehdaie, B., Wines, J.G., and Hall, A.E. 1988. Differential responses of landrace and improved spring wheat genotypes to stress environments, *Crop Sci.* 28: 835-842.
- Emam, Y., Ranjbaran, A.M., and Baharani, M.J. 2007. Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post-anthesis drought stress. *J. Sci. Technol. Agric. Nature. Resour.* 11: 1-3. (In Persian)
- Farahi Ashtiani, S., and Pardizian, F. 1997. Examinations in the Plant Physiology. University Publication Center, 172p. (In Persian)
- Fernandez, G.C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.). *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops to Temperature Water Stress.* Taiwan, 13-18 August.

- Fischer, R.A., and Maurer, R. 1978. Drought tolerance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* 29: 897-912.
- Koocheki, A., and Banayan Aval, M. 1994. Yield Formation in the Main Field Crops. *Jehad Daneshgahi of Mashah Press.* 380p. (In Persian)
- Koocheki, A., Hosseini, M., and Nassiri Mahallati, M. 1997. Crop-Water Relations. *Jehad Daneshgahi of Mashah Press,* 560p. (In Persian)
- Maleki, A.F., Babaei, H., Cheharsooghi, J., Ahmadi and Asadi Dizaji, A. 2008. The study of seed yield stability and drought tolerance indices of bread wheat genotypes under irrigated and non-irrigated conditions. *Res. J. Biol. Sci.* 3: 841-844.
- Mirtaheri, S.M. 2008. Evaluation of drought tolerance in wheat cultivars using stress tolerance indexes. Abstracts of 10th Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding, Aug 18-20. Karaj. Pp: 200-201. (In Persian)
- Mohammadi, R.M., Armion, D., Kahrizi and Amri, A. 2010. Efficiency of screening techniques for evaluating durum wheat genotypes under mild drought conditions. *Int. J. Plant Prod.* 4: 1735-8043.
- Roselle, A., and Hamblin, J. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 21: 943-946.
- Saba, J.M., Moghaddam, K., Ghassemi and Nishabouri, M.R. 2001. Genetic properties of drought resistance indices. *J. Agric. Sci. Technol.* 3: 43-49.
- Sarmadnia, G. 1993. Importance environment stress in the agriculture. The 1st Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. Karaj- S.P.I.I. Pp: 152-172.
- Talebi, R.F., Fayaz and Najji, A.M. 2009. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *Gen. Appl. Plant. Physiol.* 35: 64-74.
- Tavakoli, A. 2003. Effects of supplemental irrigation and nitrogen rates on yield and components of rainfed wheat cultivar Sabalan. *Seed Plant J.* 19: 367-381. (In Persian)
- Vij, S., and Tyagi, A.K. 2007. Emerging trends in the functional genomics of the abiotic stress response in crop plants. *J. Plant. Biotech.* 5: 361-380.

Evaluation of drought tolerance in dry lands wheat genotypes under different moisture conditions

*R. Eslami¹, M. Tajbakhsh², A.A. Ghafari¹, M. Roustaei¹
and I. Barnousi²

¹Agricultural Research Institute, Iran, ²Dept. of Agronomy and Plant Breeding,
Urmia University

Received: 2010-4-9 ; Accepted: 2011-6-1

Abstract

In order to study of drought tolerance in bread wheat genotypes, this study was conducted in Maragheh dryland agricultural research station. The study included two experiments and the statistical design of each experiment was a RCBD with four replications, and 20 bread wheat genotypes that were compared under drought stress (rainfed) and supplementary irrigation. Analysis of simple variance supplemental irrigation showed that there were significant differences among lines in grain yield, biological yield, harvest index, spike number in square meter, number of grain per spike and thousand kernel weight. Also, in drought stress experiment, there were significant differences among wheat genotypes in agronomic traits such as harvest index, spike number in square meter, grain number per spike and thousand kernel weight, but there were non-significant differences in grain yield and biological yield. Combined analysis of variance of two experiments showed that, drought stress significantly reduced harvest index, grain respect to number per spike and thousand kernel weights but it had non-significant effect on grain and biological yield. Under drought condition lines No. 3 (ARG/R16// BEZ* 2/3/AGRI/KSK/5/TRK13/6/M) and 11 (M-70-4/5/ Alborz/ 4/ K6290914/ Cno// K58/ Tob/3/Wa) had the highest grain yield by an average of 2.2 and 2.19 t.ha⁻¹ respectively, and under supplemental irrigation experiment, lines No.3 and 17 (DARI98-MA-39CIT98/99(F4)-1MA-0MA) produced the highest grain yield with an average of 3.84 and 4.19 t/ha grain yield. Results indicated that genotypes No. 3 and 17 had the highest amounts of GMP, MP and STI, therefore were selected as the most tolerant lines. Finally, under supplementary irrigation, genotypes No. 3 and 17 and in rainfed condition No. 3 and 11 could be recommended.

Keywords: Bread wheat; Drought stress; Tolerance indices; Significantly

*Corresponding author; Email: rasol_eslam@yahoo.com