دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی اثر تنش کم آبی بر خصوصیات مورفو- فیزیولوژیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های تریتیکاله

محبوبه تندرو[۱]، اسد معصومی اصل[۲]، مسعود دهداری[۳] و حمیدرضا خادم حمزه[۴]

۱ و ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج
۲- دانشیار اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج، (نویسنده مسوول: masoumiasl@yu.ac.ir)
۴- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۱

چکیده

در میان گیاهان زراعی، غلات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و تریتیکاله، موفق‌ترین غله ساخت بشر است. در این تحقیق، اثر تنش کم آبی در نوزده ژنوتیپ تریتیکاله (X Triticosecale wittmack) و دو رقم گندم (*Triticum aestivum*) به نام‌های شیراز (حساس به تنش کم آبی) و کویر (متحمل به تنش کم آبی) مورد آزمایش قرار گرفتند. در این راستا، دو آزمایش مزرعه‌ای مستقل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. برای آزمایش اول، آبیاری مطلوب و برای آزمایش دوم، آبیاری محدود با قطع آبیاری در مرحله گلدهی اعمال گردید. صفات رشدی و عملکردی شامل ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. همچنین صفات محتوای آب نسبی برگ و میزان آب از دست رفته بافت و میزان کلروفیل کل نیز به‌عنوان صفات فیزیولوژیک ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که اگرچه تنش کم آبی باعث کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به شرایط بدون تنش شد، ولی بعضی از ژنوتیپ‌ها تنش کم آبی را تحمل کرده و عملکرد بالایی داشتند. ژنوتیپ ELTCC1 در صفات وزن هزار دانه و تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط آبیاری عادی و عملکرد زیستی، عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع ساقه در شرایط تنش برتر بود. به طورکلی، می‌توان ELTCC1 و ELTCC15 را به‌عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب معرفی کرد که بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش و همچنین عملکرد در شرایط تنش و آبیاری عادی متحمل‌تر از بقیه ژنوتیپ‌ها بودند.

واژه‌های کلیدی: تنش غیرزیستی، محتوای آب نسبی، میزان کلروفیل، عملکرد دانه، ژنوتیپ

مقدمه

خشکی و کم‌آبی از جمله تنش‌های غیرزیستی است که به علت تنوع زیاد شرایط بارندگی، به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در ایران شناخته شده است (۴۲). تنش کم‌آبی در مناطق خشک و کم‌آب اهمیت بیشتری دارد. سازوکار تأثیر خشکی و کم‌آبی بدین شکل است که ابتدا آماس سلولی کاهش می‌یابد که در اثر آن روزنه‌ها بسته شده و تبادلات گازی کاهش می‌یابد و در نتیجه، پژمردگی برگ‌ها و کاهش سطح نورگیری گیاه رخ داده و در نهایت فتوسنتز و ساخت مواد مورد نیاز برای ذخیره‌سازی در دانه و اندام‌های دیگر کم شده و بر روی رشد و نمو و عملکرد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. از طرف دیگر، آب موجود در داخل گیاه که عامل اصلی در انتقال موادغذایی است نیز کاهش یافته و شیره گیاهی غلیظ شده و نقل و انتقال موادغذایی جهت ذخیره‌سازی در اندام‌های مختلف و انتقال به سمت دانه به کندی صورت می‌گیرد (۴،۱۲). کاهش آب در بافت‌های گیاهی سبب کاهش رشد، بسته شدن روزنه‌ها (۳۹)، کاهش فتوسنتز، تحت تأثیر قرار گرفتن تنفس، کاهش فضای بین سلولی، تخریب پروتئین‌ها، تخریب آنزیم‌ها، کاهش شدید رشد (۲۵) و تجمع پرولین (۷) می‌شود. گیاه از طریق سازوکارهای مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعرق‌کننده، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگهداشتن سطح فتوسنتز و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی می‌تواند خشکی و کم‌آبی را تحمل کند (۳۶). تاکنون تلاش‌های زیادی در زمینه ایجاد غلات جدید با عملکرد و سازگاری بیشتر صورت گرفته که تنها نمونه موفق آن تریتیکاله است (۴۲). تریتیکاله گونه گیاهی ایجاد شده از تلاقی میان گندم و چاودار است (۲۸). تولید تجاری تریتیکاله بیش از ۴۰ سال پیش آغاز شده است. این گیاه، از یک سو دارای خصوصیات مطلوب چاودار از جمله رشد سریع، مقاومت در مقابل سرما و امراض و بیماری‌های گیاهی و قابلیت تولید در اراضی فقیر و کم‌بازده و از سوی دیگر خصوصیات برتر کیفی و زراعی گندم از قبیل پتانسیل عملکرد زیاد و کیفیت مطلوب دانه می‌باشد (۲۲). هدف از اصلاح تریتیکاله، ایجاد ارقام تجاری آن است که به عنوان مکمل گندم و سایر غلات دانه‌ای بوده و همچنین گیاهی سودمند با توانایی افزایش تولید غذا در کشورهای در حال توسعه می‌باشد (۱۴). ارقام اولیه مقادیر پروتئین بیشتری (حدود ۱۷ درصد) به سبب داشتن دانه‌های چروکیده نسبت به گندم داشتند. در حالی که ارقام جدید دارای دانه‌های چاق‌تر و سطوح پروتئینی مشابه با گندم می‌باشند (۴۱). مشکل باروری و عملکرد کم ارقام قدیمی‌تر تریتیکاله طی برنامه‌های اصلاحی افزایش یافته است، به طوری‌که عملکرد دانه در کمتر از ۲۵ سال افزایش چهار برابری داشته است. ارقام امروزی دارای پتانسیل قابل مقایسه‌ای از نظر عملکرد دانه با گندم تحت شرایط ایده‌آل کشت هستند. در تولید تجاری، تریتیکاله بیشتر در شرایط نامطلوب و تنش‌ها کشت می‌شود و به‌طور کلی می‌توان اظهار نمود که در این شرایط، نسبت به گندم و چاودار برتری دارد (۳۳). تحقیق روی تریتیکاله به این سمت متمایل شده که غله‌ای به دست آید که با وجود رشد در ارتفاعات مختلف (همانند چاودار)، گلوتن و طعم گندم را نیز حفظ نماید (۲۳). تریتیکاله، گلیادین و گلوتنین را از والد

مادری (گندم) و سکالین و گلوتنین را از والد پدری (چاودار) دریافت کرده است (۸). تریتیکاله در سال‌های ۴۹-۱۳۴۸ به ایران وارد شده و تحقیقات روی لاین‌ها و ارقام مختلف آن از همان سال‌ها در مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و تعدادی از ایستگاه‌های تحقیقاتی دیگر شروع شد. ولی به دلیل چروکیدگی دانه و عملکرد کم مورد توجه قرار نگرفت. در حال حاضر، ارقام موجود این گیاه، در شرایط زراعی مساوی، قدرت رقابت با پر محصول‌ترین ارقام گندم را داشته و در مواردی نیز نسبت به این ارقام برتری دارند (۴۳). با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک کشور که تنش رطوبتی آخر فصل باعث کاهش شدید عملکرد گیاهان زراعی می‌شود، تریتیکاله می‌تواند به‌عنوان غله‌ای متحمل به شرایط نامساعد محیطی از جمله خشکی، گرما و شوری به‌عنوان محصول دانه‌ای، علوفه‌ای و دو منظوره مورد کاشت قرار گیرد و جایگاه ویژه‌ای را در کشاورزی ایران به خود اختصاص دهد. ارقام تریتیکاله آزاد شده در سال‌های اخیر از نظر بسیاری از صفات زراعی، اصلاح شده و دارای صفات مطلوبی همچون عملکرد بالا، مقاومت به خوابیدگی، ناخنک (ارگوت)، بذر درشت و از نظر میزان لیزین، بالاتر از سایر غلات می‌باشند و در شرایط تنش‌های محیطی نظیر خشکی خاک برتری قابل ملاحظه‌ای دارند (۳۸). در بررسی اثر محدودیت رطوبتی بر پنج ژنوتیپ تریتیکاله هگزاپلوئید، محققان به این نتیجه رسیدند که تنش محدودیت رطوبتی در مرحله رویشی، باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در واحد سطح، ماده خشک کل در مرحله ظهور بساک و درصد باروری سنبله‌ها نسبت به شرایط آبیاری عادی می‌شود (۳۲). در یک آزمایش گلخانه‌ای چهار ژنوتیپ تریتیکاله زمستانه ابتدا در دو مرحله ساقه‌دهی و گلدهی در شرایط تنش خشکی قرار گرفتند و تعدادی از آن‌ها مجددا پس از گذشت یک دوره، مورد آبیاری قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار آبیاری مجدد در مرحله ساقه‌دهی، تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت ولی تیمار قطع آبیاری در این مرحله، به صورت معنی‌داری باعث کاهش تعداد پنجه و ارتفاع گیاه گردید. پاسخ ارقام مورد استفاده در این پژوهش نسبت به تنش آبی در مراحل مختلف و همچنین آبیاری مجدد با هم متفاوت بود (۳). عملکرد، به‌عنوان پیچیده‌ترین خصوصیت گیاه، تحت تأثیر تعداد زیادی از فرآیندهای فیزیولوژیکی است و نمود قابل اندازه‌گیری این فرآیندها در صفات نموی، فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاه تجلی می‌یابد (۳۴). عملکرد گیاه با محتوای آب نسبی برگ، آب از دست رفته از برگ بریده شده، میزان کلروفیل، کارایی مصرف آب و میزان آب حفظ شده از برگ‌های بریده شده در ارتباط است (۲۰). از این رو توجه به این شاخص‌ها یکی از جنبه‌های مهم در مطالعات مربوط به تحمل خشکی در گیاهان به حساب می‌آید. محتوای آب نسبی برگ، معیاری برای اندازه‌گیری وضعیت آب در بافت‌های گیاهی محسوب شده و از این نظر نسبت به پتانسیل آب سلول برتری دارد (۲)، زیرا محتوای آب نسبی برگ از طریق ارتباط مستقیم با حجم سلول می‌تواند تعادل بین آب گیاه و سرعت تعرق را بهتر نشان دهد (۲۱). در برنامه‌های به‌نژادی به‌منظور گزینش ارقام برتر از لحاظ تحمل تنش، رقمی ایده‌آل است که دارای عملکرد بالا و پایدار باشد، به عبارت دیگر، با محیط سازگاری بالایی داشته باشد. برای بررسی سازگاری، تجزیه و تحلیل ارقام در هر دو شرایط تنش و بدون تنش ضروری به نظر می‌رسد (۱). محققان مختلف در هر دو شرایط تنش و بدون تنش آزمایشاتی را انجام داده و در نهایت به این نتیجه رسیده‌اند که رقمی مطلوب و پایدار است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بالاترین عملکرد را تولید کند (۶،۱۷،۱۹). از اینرو برای انتخاب ارقام برتر، شاخص‌های حساسیت به تنش و تحمل به تنش ارائه گردیده‌است. در مجموع، آزمایش‌های فراوانی جهت بررسی پاسخ گیاهان مختلف از جمله گندم و سایر غلات به تنش‌های محیطی از جمله کم آبی انجام گردیده ولی این‌گونه مطالعات روی تریتیکاله کم است. لذا هدف این تحقیق بررسی پاسخ تعدادی از ژنوتیپ‌های تریتیکاله به تنش کم آبی با استفاده از شاخص‌های مورفو-فیزیولوژیکی و نیز شناسایی ژنوتیپ‌های تریتیکاله متحمل به کم‌آبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تنش کم‌آبی بر صفات مورفو- فیزیولوژیک تریتیکاله، تعداد ۱۹ ژنوتیپ تریتیکاله و دو رقم گندم به نام‌های شیراز (حساس به تنش کم‌آبی) و کویر (متحمل به تنش کم‌آبی) به‌عنوان شاهد (تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس) (جدول ۱) طی دو آزمایش مجزا و در مجاور هم در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مزرعه‌ای در ۱۲ کیلومتری شیراز، منطقه باجگاه با طول جغرافیایی '۵۰ °۲۹ شمالی و با عرض '۴۶ °۵۲ و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. این دو آزمایش فقط از لحاظ میزان آبیاری با یک دیگر متفاوت بودند. برای آزمایش اول آبیاری مطلوب و برای آزمایش دوم قطع آبیاری در مرحله گلدهی (مرحله خروج پرچم‌های زرد رنگ و اتمام عمل گرده‌افشانی) اعمال گردید. در طول فصل رشد و در پایان فصل رشد گیاهان و پس از رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد پنج بوته از هر کرت فرعی در طول زمان نمونه‌برداری شد و صفات رشدی و عملکردی شامل ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد دانه (در یک متر مربع) مورد مطالعه قرار گرفت. اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک در مرحله پر شدن دانه و با نمونه‌برداری از برگ پرچم انجام گرفت. برای اندازه‌گیری شاخص نشت یونی، نمونه‌ها با آب مقطر شستشو داده شدند و در لوله‌های درب‌دار قرار گرفتند. سپس ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه شد و در شرایط دمایی ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر دورانی قرار گرفتند. سپس هدایت الکتریکی اندازه‌گیری و نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و مجدداً هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شد. نشت یونی یا EC(%) بر اساس معادله زیر محاسبه شد (۳۷).

جدول ۱- نام و مشخصات ژنوتیپ‌های تریتیکاله مورد بررسی

Table 1. Name and characteristics of studied triticale genotypes

نام رقم	مشخصات
ELTTCL1	LIRON_2.5.DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUI_ 6.4. KER_3. 6. BULL_10. MANATI_ 1. 7. ARDI_ 1. TOPO 1419.. ERIZO_ 9.3.2 *KETTU_1
ELTTCL2	AR.SNP6..TARASCA 87_3. C, S10.3. URON_ 5. TATU_ 1.4. BULL_ 10. MANATI_ 1.3. ELK54. BUF_ 2.. NIMIR _3.5. DAHBI_ 6.3. ARDI_1. TOPO 1419..ERIZO_9
ELTTCL4	BW32-1.CENT.SARDEV.7.LIRON_2.5.DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUI_ 6.4. KER_ 3.6. BULL_ 10. MANATI _ 1.8. MERINO. JLO.. REH. 3. HARE _267. 4. ARDI_ 4.5. PTR. CSTO.. GLT.3. RHINO_4-1.4.HARE_7265.YOGUI _3.6.BULL_10.MANATI_1
ELTTCL7	DRIRA.2*CMH77A.1165.8.NIMIR_3.ERIZO_12.5.GC.3.733.EB..MPE.3.LAMB_3.4.BUF_2.6.POLLMER_2.7.FAHAD_8-2.9. ARDI_ 1. TOPO 1419.. ERIZO_9 .3. LIRON_1-1.4. FAHAD_ 4. FARAS_1
ELTTCL8	CMH80.1212.CMH81A.1239.3.YOGUI_3.ERIZO_11..ONA_2.POSS_1-2.7.LIRON_2.5.DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUI_ 6.4. KER_ 3.6. BULL_ 10. MANATI_1
ELTTCL9	CMH82.1082.ZEBRA 31.7.LIRON_2.5.DIS B5. 3. SPHD. PVN.. OGUI_6.4.KER_3.6.BULL_10.MANATI_1.8.LIRON_2.5.DIS B5.3.SPHD.PVN..YOGUI_6.4.KER_3.6.BULL_10.MANATI_1
ELTTCL10	FD-693. 2* FAHAD_ 4.. POLLMER_ 4.3. POLLMER_ 2.1.4. FARAS. CMH84. 4414.6. RHINO_ 3. BULL_ 1-1.5. CMH77. 1135. CMH77A. 1165..2 *YOGUI_1.3.IBEX.4.JLO 97.CIVET
ELTTCL12	LIRON_2.5.DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUI_ 6.4. KER_ 3.6. BULL_ 10. MANATI_ 1.7. DAHBI_ 6.3. ARDI_ 1. TOPO 1419.. ERIZO_ 9
ELTTCL15	ARDI_1.TOPO 1419.. ERIZO_ 9.3. LIRON _1 -1.4. FAHAD_4. FARAS_1.5. DAHBI.3. FAHAD-2-8*2.. PTR.PND-T
ELTTCL18	HX87-244.HX87-255. 3. T1502_ WG. MOLOC_ 4.. RHINO_ 3. BULL_1-1
ELTTCL19	HX87-244.HX87-255.5.PRESTO..2*TESMO_1.MUSX 603.4.ARDI_1.TOPO 1419..ERIZO_9.3.SUSI_2
ELTTCL20	POPP1_2.TX93-57-7.7.LIRON_2.5.DIS B5.3.SPHD.PVN..YOGUI_6.4.KER_3.6.BULL_10.MANATI_1
ELTTCL21	TAHARA.TREAT.7.LIRON_2.5.DIS B5.3.SPHD.PVN..YOGUI_6.4.KER_3.6.BULL_10.MANATI_1
ELTTCL22	POLLMER_2.2.1*2..FARAS.CMH84.4414.4.DAHBI_6.3.ARDI_1.TOPO 1419..ERIZO_9
ELTTCL24	LIRON_2.5.DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUI_ 6. 4. KER_ 3. 6. BULL_1 0. MANATI_ 1. 7. RHINO_ 3. BULL_ 1-1.8. BAT* 2. BCN.. CAAL. 3. ERIZO_7. BAGAL_ 2.. FARAS_1
ELTTCL25	PRESTO.. 2* TESMO_ 1. MUSX 603. 4. ARDI_ 1. TOPO 1419.. ERIZO_ 9.3. SUSI_ 2.5. POPP1_ 1.6. BULL_ 10. MANATI_ 1*2.. FARAS. CMH84. 4414
ELTTCL28	LIRON_2.5.DIS B5. 3. PHD. PVN.. YOGUI_ 6.4. KER_ 3.6. BULL_ 10. MANATI_ 1* 2.7. TUKURU
ELTTCL29	LIRON_ 2. 5. DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUI_ 6. 4. KER_ 3. 6. BULL_ 10. MANATI_ 1* 2.7. TUKURU
ELTTCL30	LIRON_ 2. 5. DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUI_ 6. 4. KER_ 3.6. BULL_ 10. MANATI_ 1* 2. 7. TUKURU

که C_1، هدایت الکتریکی محلول ۲۴ ساعت بعد از قرار گرفتن نمونه‌ها در آب مقطر و C_2، دومین قرائت یعنی ۲۰ دقیقه بعد از قرار گرفتن در اتوکلاو است.

$$EC(\%) = \left(\frac{C1}{C2}\right) * 100 \qquad (۳۷)$$

میزان محتوای آب نسبی (RWC) و میزان محتوای آب از دست رفته (RWL) بافت نیز به ترتیب با استفاده از معادله‌های زیر محاسبه شدند.

$$RWC = \frac{WF-WD}{WT-WD} \qquad (۱۰)$$

$$RWL = \frac{(WF-W1)+(W1-W2)+(W2-W3)}{3WD\ (T2-T1)} \qquad (۱۱)$$

WF، WD، W1،WT، W2، W3 به ترتیب عبارتند از وزن تازه برگ، وزن خشک (با قرار دادن برگ‌ها در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت)، وزن آماس (با قرار دادن برگ‌ها در آب مقطر به مدت۲۰-۱۸ ساعت)، وزن برگ جدا شده از گیاه بعد از دو ساعت (در دمای ۲۵ درجه و در داخل آنکوباتور)، بعد از چهار ساعت و بعد از شش ساعت می‌باشند. اندازه‌گیری کلروفیل به روش لیچنتالر و بوشمن (۲۷) انجام شد.

در نهایت شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل به تنش (STI) نیز بر اساس فرمول‌های زیر برآورد شدند:

$$SSI = \frac{1-\frac{Ys}{Yp}}{1-\frac{\bar{Y}s}{\bar{Y}p}} \qquad (۱۹)$$

$$STI = \frac{Yp \times Ys}{\bar{Y}p^2} \qquad (۱۷)$$

که در آن Ys عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش، Yp عملکرد ژنوتیپ در شرایط آبیاری عادی، $\bar{Y}p$ میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری عادی و $\bar{Y}s$ میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می‌باشد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزارهایMSTATC و SAS 9.1 انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲) نشان داد که اثر تنش، ژنوتیپ و برهمکنش آنها برای صفات مورفولوژیک و

اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های تریتیکاله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است که بیانگر تنوع قابل ملاحظه بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی و نیز تاثیر تنش بر روی صفات مورد بررسی می‌باشد. بر اساس جدول مقایسه میانگین برای تعدادی از صفات مورفولوژیک مربوط به عملکرد در ژنوتیپ‌های تریتیکاله مورد بررسی (جدول ۳)، بیشترین طول سنبله در شرایط آبیاری عادی به ژنوتیپ‌های ELTCC24 و ELTCC29 و در شرایط تنش به ژنوتیپ ELTCC24 تعلق داشت. کمترین میزان این صفت در شرایط آبیاری عادی و تنش به ترتیب در ژنوتیپ‌هایELTCC18 و ELTCC2 مشاهده گردید. داد که در شرایط تنش کمبود آب نیز اثر ژنوتیپ برای صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های تریتیکاله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. تعداد پنجه در بوته نیز تحت تاثیر تنش و ژنوتیپ قرار گرفت به طوری که در شرایط آبیاری عادی، هفت ژنوتیپ از جمله ژنوتیپ ELTCC29 دارای بیشترین تعداد پنجه در بوته و سه ژنوتیپ از جمله ELTCC22 دارای کمترین تعداد پنجه در بوته بود. ژنوتیپ ELTCC8 دارای بیشترین و ژنوتیپ ELTCC7 دارای کمترین تعداد پنجه در بوته در شرایط تنش بودند. تنش خشکی از مرحله گرده‌افشانی تا رسیدن از طریق تشدید پیر شدن برگ‌ها، کاهش دوره رشد و کاهش سرعت پرشدن دانه سبب کاهش میانگین وزن دانه و کاهش عملکرد دانه می‌شود (۳۳). نقوی و همکاران نشان دادند که تنش خشکی در گندم بهاره باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه، اجزای عملکرد، ارتفاع و سایر خصوصیات مورفولوژیک می‌گردد (۳۱).

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه مرکب برای صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های تریتیکاله

Table 2. Mean squares obtained from combined analysis of variance for morphological traits and yield components of triticale genotypes

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع ساقه	طول سنبله	تعداد پنجه	وزن هزار دانه	تعداد سنبلچه بارور در سنبله	تعداد دانه در سنبله	عملکرد زیستی	عملکرد دانه
تنش	۱	۱۳۱۹/۹۲۶**	۹۶/۳۷۱**	۶۸۶/۳۷۱**	۴۸۶۶/۶۸۴**	۲۰۰۳/۸۲۲**	۳۹۴۲/۵۶**	۱۳/۹۴۳**	۴۵۸۶۹۶۸/۵**
خطای اول	۴	۱۵۰/۰۴۶	۹/۵۴۹	۲/۵۳۸	۱۹۵/۴۵۸	۶۷/۰۳۸	۲۵۱/۳۴۷	۰/۱۴۹	۹۴۱۷/۷۴۱
ژنوتیپ	۲۰	۱۹۰/۷۶۵**	۷/۸۵۱**	۱۰/۳۴۱**	۸۸/۶۴۵**	۱۹/۱**	۵۰/۵۳۲**	۰/۰۸**	۱۳۸۱۱/۷۰۸**
تنش×ژنوتیپ	۲۰	۱۹۵/۱۹۵**	۵/۸۴۴**	۱۰/۱۹۷**	۹۱/۸۱۲**	۲۲/۴۵۵**	۶۷/۶۷۷**	۰/۱۰۹**	۱۵۲۸۲/۷۷۲**
خطا	۸۰	۷۲/۷۲۲	۰/۴۰۲	۰/۵۹۳	۹/۸۸۷	۵/۱۱۳	۱۴/۷۸۱	۰/۰۲۷	۶۴۳۵/۸۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۷/۹۶۴	۶/۴۳۳	۱۳/۱۸۹	۸/۰۶۶	۱۲/۰۹۴	۱۰/۷۷۹	۱۲/۷۳۶	۱۵/۹۷۶

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌داری

بیشترین میانگین وزن هزار دانه در شرایط آبیاری عادی به ژنوتیپ ELTCC1 و در شرایط تنش به ژنوتیپ ELTCC24 تعلق داشت. کمترین میزان این صفت نیز در شرایط آبیاری عادی و تنش به ترتیب در ژنوتیپ‌های ELTCC25 و ELTCC15 مشاهده گردید. ژنوتیپ‌های شیراز و ELTCC9 به ترتیب دارای بیشترین میانگین تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط آبیاری عادی و تنش بودند. کمترین میزان تعداد سنبلچه در سنبله در شرایط آبیاری عادی و تنش به ترتیب به ژنوتیپ‌های ELTCC18 و ELTCC15 تعلق داشت. فیشر و همکاران (۱۸) نشان دادند که اگر تنش خشکی در مرحله گرده‌افشانی یا کمی قبل از گرده‌افشانی اتفاق افتد، تعداد دانه درسنبله کاهش می‌یابد. تعداد دانه در واحد سطح، مهم‌ترین جزء موثر در تغییرات عملکرد دانه گندم در واکنش به تغییرات شرایط محیطی (به‌ویژه بروز تنش) در مرحله قبل از گرده‌افشانی است. بیشترین تعداد دانه در سنبله در شرایط آبیاری عادی به ژنوتیپ ELTCC21 و در شرایط تنش به ژنوتیپ ELTCC9 تعلق داشت. کمترین میزان این صفت در شرایط آبیاری عادی و تنش به ترتیب در ژنوتیپ‌های ELTCC28 و ELTCC8 مشاهده گردید. ژنوتیپ ELTCC24 در شرایط آبیاری عادی و ژنوتیپ ELTCC22 در شرایط تنش بیشترین و ژنوتیپ ELTCC10 در شرایط آبیاری عادی و ژنوتیپ ELTCC30 در شرایط تنش کمترین میزان عملکرد زیستی را دارا بودند. به‌طور کلی، عملکرد زیستی تمام ارقام در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به آبیاری عادی کاهش نشان داد. خشکی از طریق کاهش هدایت روزنه‌ای و به واسطه بسته شدن روزنه‌ها و اختلال در متابولیسم باعث کاهش میزان فتوسنتز می‌شود (۲۶،۲۴). در بررسی اثر محدودیت رطوبتی بر پنج ژنوتیپ تریتیکاله هگزاپلوییید نیز مشاهده شد تنش محدودیت رطوبتی در مرحله رویشی، باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله، وزن دانه در سنبله، تعداد دانه در واحد سطح، ماده خشک کل در مرحله ظهور بساک و درصد باروری سنبله‌ها نسبت به شرایط آبیاری عادی می‌شود (۳۲). بی‌همتا و همکاران نیز نشان دادند که تنش خشکی در گندم تعداد دانه در سنبله را در کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحت تاثیر قرار داد (۵). بیشترین میانگین عملکرد دانه در شرایط آبیاری عادی به ژنوتیپ ELTCC18 و در شرایط تنش به ژنوتیپ ELTCC8 تعلق داشت. کمترین میزان این صفت در شرایط آبیاری عادی و تنش به ترتیب در ژنوتیپ‌های کویر و ELTCC29 مشاهده گردید. از طرف دیگر، جدول ۴ نشان‌دهنده تجزیه واریانس مرکب برای صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های تریتیکاله مورد بررسی است. نتایج تجزیه واریانس در این جداول نشان می‌دهد که اثر تنش، ژنوتیپ و برهمکنش آنها برای صفات فیزیولوژیک مورد بررسی در ژنوتیپ‌های تریتیکاله معنی‌دار است که بیانگر تنوع قابل ملاحظه بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی و نیز تاثیر تنش بر روی صفات مورد بررسی می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان نشت یونی در شرایط آبیاری عادی به ترتیب به رقم

گندم کویر و ژنوتیپ ELTCC8 تعلق داشت.تنش خشکی تولید یک سری رادیکال‌های آزاد می‌کند که سبب خسارت به غشای سلول می‌شوند که این خسارت را می‌توان به وسیله نشت یونی سلول اندازه‌گیری کرد.

افزایش نشت یونی در گیاهان تحت شرایط تنش در بسیاری از گونه‌های گیاهی گزارش شده است (۹،۲۹). اندازه‌گیری وضعیت آب گیاه به‌عنوان یک شاخص مهم در شناسایی پاسخ گیاهان به تنش خشکی محسوب می‌شود به طوری که زیاد بودن محتوای آب نسبی برگ و کم بودن سرعت از دست رفتن آب نشان‌دهنده سازگاری به خشکی در ژنوتیپ‌ها است و می‌تواند به‌عنوان یک معیار گزینش برای تحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد (۱۵). بیشترین محتوای آب نسبی برگ در شرایط آبیاری عادی و تنش به رقم کویر تعلق داشت. کمترین میزان این صفت در شرایط آبیاری عادی و تنش به ترتیب در ژنوتیپ‌های ELTCC9 و ELTCC12 مشاهده گردید. میزان یا محتوای آب از دست رفته از برگ بریده شده یکی از صفات فیزیولوژیک مهم در شناسایی ارقام متحمل از حساس است (۱۱). این صفت در اثر تنش خشکی کاهش معنی‌داری در ارقام مورد مطالعه گندم از خود نشان داد. محتوای آب از دست رفته به‌عنوان یک شاخص تعیین‌کننده تأثیر تنش، در رقم کویر در شرایط آبیاری عادی و در ژنوتیپ ELTCC22 در شرایط تنش بیشترین و در ژنوتیپ ELTCC18 در شرایط آبیاری عادی و در ژنوتیپ ELTCC12 در شرایط تنش کمترین بود. رقم شیراز دارای بیشترین میانگین کلروفیل کل در شرایط آبیاری عادی و تنش بود. کمترین میزان کلروفیل کل در شرایط تنش و آبیاری عادی به ترتیب به ژنوتیپ‌های ELTCC7 و ELTCC1 تعلق داشت. در شرایط تنش، ارقام متحمل به دلیل پایداری بیشتر کلروفیل از فتوسنتز بیشتری نیز برخوردار هستند و میزان عملکرد این ارقام در شرایط تنش بالاتر از ارقام حساس است. از آنجا که تنش خشکی میزان کلروفیل را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد، می‌توان نتیجه گرفت که خشکی شدید باعث از بین رفتن کلروفیل و یا مواد مورد نیاز جهت ساخت آن‌ها است. معمولا ارقام حساس در مقایسه با ارقام متحمل کاهش شدیدتری در میزان کلروفیلاز خود نشان می‌دهند (۱۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین شرایط آبیاری عادی و تنش برای تعدادی صفات مورفولوژیک مربوط به عملکرد در ژنوتیپ‌های تریتیکاله

Table 3. Mean comparison in normal irrigation and stress conditions for some morphological traits related to yield in triticale genotypes

ژنوتیپ	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)		طول سنبله (سانتی‌متر)		تعداد پنجه در بوته		وزن هزار دانه (گرم)	
	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آ بیاری عادی	تنش
ELTCC1	۱۲۰/۹۳^{bc}	۱۱۳/۱۰^{a}	۱۰/۴۳^{cd}	۸/۳۳^{hi}	۸/۳۳^{b}	۶/۳۰^{b}	۵۳/۲۰^{a}	۲۷/۰۰^{jkl}
ELTCC2	۱۰۲/۱۷^{fgh}	۱۰۷/۸۰^{ab}	۱۱/۵۰^{ab}	۶/۲۷^{l}	۸/۳۳^{b}	۲/۰۰^{e}	۴۶/۳$^{d-g}$	۳۱/۷۰$^{f-j}$
ELTCC4	۱۰۷/۴۰$^{d-g}$	۱۰۹/۰۳^{a}	۸/۸۷^{ef}	۹/۹^{ef}	۶/۳۳^{d}	۲/۰۰^{e}	۴۷/۵$^{b-f}$	۳۵/۴۳$^{c-f}$
ELTCC7	۱۱۴/۶۷^{cd}	۱۰۶/۳۷^{ab}	۱۱/۵۰^{ab}	۱۰/۴۳^{de}	۹/۳۳^{a}	۱/۰۰^{ef}	۴۷/۱$^{b-f}$	۳۰/۱۰$^{g-j}$
ELTCC8	۹۴/۹۰^{h}	۱۰۸/۹۰^{a}	۹/۴۰^{de}	۶/۸۰^{kl}	۹/۳۳^{a}	۹/۳۰^{a}	۵۰/۰۳$^{a-d}$	۲۸/۵۷$^{h-k}$
ELTCC9	۱۱۴/۶۷^{cd}	۱۱۲/۴۰^{a}	۹/۹۰^{de}	۷/۸۰^{ij}	۸/۳۳^{b}	۲/۰۰^{e}	۳۹/۲۰^{ijk}	۲۹/۵۰$^{h-k}$
ELTCC10	۱۰۵/۳۰^{efg}	۱۱۱/۳۳^{a}	۱۰/۹۷^{ab}	۱۰/۴۳^{de}	۷/۳۳^{c}	۲/۰۰^{e}	۴۵/۰۳^{fgh}	۳۳/۵۷$^{d-g}$
ELTCC12	۹۹/۰۷^{gh}	۱۰۹/۰۳^{a}	۱۰/۹۷^{ab}	۷/۳۰^{jk}	۹/۳۳^{a}	۴/۳۰^{cd}	۵۱/۷۰^{ab}	۳۹/۸۰^{ab}
ELTCC15	۱۰۷/۴۰$^{d-g}$	۱۰۵/۷۰^{ab}	۱۰/۴۳^{cd}	۸/۸۷^{gh}	۷/۳۳^{c}	۸/۳۰^{a}	۳۷/۱۰^{jk}	۲۳/۲۳^{l}
ELTCC18	۹۹/۰۷^{gh}	۱۰۱/۷۰^{ab}	۷/۳۰^{g}	۱۰/۴۳^{de}	۸/۳۳^{b}	۳/۳۰^{d}	۴۸/۷۷$^{a-e}$	۲۷/۶۳$^{-l}$
ELTCC19	۱۰۴/۲۷^{fg}	۱۰۳/۶۰^{ab}	۱۰/۹۷^{ab}	۹/۴۰^{fg}	۶/۳۳^{d}	۴/۳۰^{cd}	۴۲/۹۷$^{-i}$	۳۷/۹۷$^{-d}$
ELTCC20	۱۰۴/۲۷^{fg}	۱۰۳/۵۰^{ab}	۸/۸۷^{ef}	۱۱/۹۷^{ab}	۹/۳۳^{a}	۶/۳۰^{b}	۵۰/۸۷$^{a-d}$	۲۴/۸۳^{kl}
ELTCC21	۹۳/۸۳^{h}	۱۰۹/۲۷^{a}	۹/۹۰^{de}	۸/۸۷^{gh}	۷/۳۳^{c}	۴/۳۰^{cd}	۴۶/۷۰$^{c-g}$	۳۹/۵۰^{abc}
ELTCC22	۱۰۲/۱۷^{fgh}	۱۰۶/۴۷^{ab}	۱۱/۹۷^{ab}	۸/۸۷^{gh}	۶/۳۳^{d}	۲/۰۰^{e}	۴۰/۸۷^{hij}	۳۲/۰۰$^{e-j}$
ELTCC24	۱۲۵/۱۰^{ab}	۱۱۰/۷۳^{a}	۱۲/۵۰^{a}	۱۲/۵۰^{a}	۹/۳۳^{a}	۲/۰۰^{e}	۵۲/۵۷^{a}	۴۱/۰۷^{a}
ELTCC25	۱۰۳/۳۳^{a}	۱۰۵/۴۳^{ab}	۸/۳۳^{fg}	۷/۳۰^{jk}	۸/۳۳^{b}	۲/۰۰^{e}	۳۱/۲۷^{l}	۳۲/۳۳$^{e-i}$
ELTCC28	۱۱۳/۶۳^{cde}	۱۰۶/۴۰^{ab}	۱۰/۹۷^{ab}	۱۰/۹۷^{cd}	۷/۳۳^{c}	۲/۰۰^{e}	۴۳/۸۰$^{f-i}$	۲۳/۹۳$^{e-h}$
ELTCC29	۱۰۴/۲۷^{fg}	۹۶/۱۳^{ab}	۱۲/۵۰^{a}	۱۱/۵۰^{bc}	۹/۳۳^{a}	۲/۳۰^{f}	۵۱/۳۰^{abc}	۳۰/۷۳$^{f-j}$
ELTCC30	۱۲۵/۱۰^{ab}	۹۷/۵۷^{ab}	۹/۴۰^{de}	۱۰/۹۰^{cd}	۹/۳۳^{a}	۱/۳۰^{e}	۴۷/۵$^{b-f}$	۳۴/۵۷$^{c-g}$
کویر	۱۰۵/۱۰^{efg}	۱۰۲/۲۳^{ab}	۱۰/۳۳^{cd}	۹/۵۷^{fg}	۸/۳۳^{b}	۵/۰۰^{c}	۴۲/۰۷^{ghi}	۳۵/۰۰$^{b-g}$
شیراز	۱۰۸/۹۳^{def}	۹۰/۲۰^{b}	۹/۵۳^{de}	۸/۹۳^{gh}	۸/۰۰^{b}	۴/۰۰^{cd}	۳۵/۷۷^{kl}	۳۶/۷۳$^{a-e}$
LSD (5%)	۱۳/۸۴	۱۳/۸۴	۱/۰۲۹	۱/۰۲۹	۱/۲۵	۱/۲۵	۵/۱۰	۵/۱۰

ادامه جدول ۳

Continue Table 3

ژنوتیپ	تعداد سنبلچه در سنبله		تعداد دانه در سنبله		عملکرد زیستی (گرم)		عملکرد دانه (گرم)	
	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش
ELTCC1	۲۵/۹۰^{a}	۱۶/۰۰$^{c-f}$	۴۴/۰۳^{bc}	۳۸/۴۳^{abc}	۱۳/۷^{f}	۱۲/۰^{ab}	۵۹۹/۵۰^{de}	۳۶۳/۰۰$^{a-d}$
ELTCC2	۲۲/۳۳$^{f-i}$	۱۷/۰۷^{cbd}	۴۰/۲۰$^{d-h}$	۳۲/۴۰$^{d-g}$	۱۵/۵$^{c-f}$	۱۰/۸$^{a-d}$	۷۰۷/۰۰^{cbd}	۳۵۱/۶۷$^{a-d}$
ELTCC4	۲۲/۹۷$^{b-g}$	۱۴/۹۳$^{c-g}$	۴۱/۳۳$^{b-g}$	۳۵/۹۰$^{a-d}$	۱۴/۴^{def}	۸/۲^{efg}	۶۹۱/۰۰$^{c-e}$	۳۲۱/۶۷$^{b-g}$
ELTCC7	۲۲/۷۳$^{d-h}$	۱۲/۸۳$^{g-j}$	۴۰/۹۷$^{c-g}$	۲۵/۶۰^{hij}	۱۴/۳^{def}	۹/۷$^{b-g}$	۶۹۴/۵۰^{cbd}	۲۳۴/۰۰^{fgh}
ELTCC8	۲۳/۸۰$^{b-f}$	۱۲/۶۳^{hij}	۴۲/۸۷^{bcd}	۲۴/۰۳^{j}	۱۵/۰^{def}	۱۱/۲^{abc}	۶۶۸/۰۰$^{c-e}$	۴۲۸/۰۰^{a}
ELTCC9	۱۹/۶۰^{jkl}	۲۰/۰۰^{a}	۳۷/۲۰^{hij}	۴۰/۰۳^{a}	۱۹/۳^{a}	۸/۱^{fg}	۷۷۳/۰۰^{ab}	۲۴۵/۰۰$^{e-h}$
ELTCC10	۲۱/۷۰^{ghi}	۱۳/۷۰$^{e-i}$	۳۹/۰۷$^{e-i}$	۲۶/۰۰^{hij}	۱۳/۱^{f}	۹/۴$^{c-g}$	۷۲۱/۵۰^{abcd}	۳۳۳/۰۰$^{a-f}$
ELTCC12	۲۵/۰۷^{ab}	۱۴/۱۳$^{e-i}$	۴۲/۶۳$^{b-e}$	۲۸/۳۳$^{f-j}$	۱۳/۶	۱۰/۴$^{a-e}$	۶۴۳/۰۰^{cde}	۲۸۰/۰۰$^{d-h}$
ELTCC15	۲۴/۴۳$^{a-e}$	۱۰/۵۳^{j}	۴۸/۸۷^{a}	۲۵/۲۷^{ij}	۱۵/۲^{def}	۱۲/۴^{a}	۶۵۸/۰۰$^{c-e}$	۴۲۲/۰۰^{ab}
ELTCC18	۱۴/۹۳^{m}	۱۶/۴۳$^{c-e}$	۳۵/۹۰^{ij}	۳۹/۴۰^{ab}	۱۹/۰^{a}	۱۰/۳$^{a-e}$	۸۴۰/۰۰^{a}	۳۶۲/۶۷$^{a-d}$
ELTCC19	۲۳/۶۰$^{b-g}$	۱۸/۹۷^{ab}	۴۲/۴۷$^{b-f}$	۴۳/۱۳$^{b-e}$	۱۷/۹^{abc}	۹/۲$^{c-g}$	۶۷۵/۵۰$^{c-e}$	۲۹۱/۰۰$^{c-g}$
ELTCC20	۱۸/۷۷^{kl}	۱۱/۶۰^{ij}	۳۵/۶۳^{ij}	۲۷/۸۰$^{g-j}$	۱۹/۲^{a}	۱۰/۳$^{a-e}$	۷۳۹/۰۰^{abc}	۳۹۱/۶۷^{ab}
ELTCC21	۲۴/۶۷^{abcd}	۱۳/۹۷$^{e-i}$	۴۹/۳۰^{a}	۲۸/۰۰$^{f-j}$	۱۸/۱^{ab}	۹/۰$^{c-g}$	۶۴۷/۵۰$^{c-e}$	۲۸۵/۶۷$^{c-h}$
ELTCC22	۲۲/۵۳^{efgh}	۱۷/۲۷$^{a-d}$	۴۰/۵۷$^{c-h}$	۳۲/۸۳$^{d-g}$	۱۶/۵^{bcd}	۱۱/۳^{abc}	۷۰۵/۵۰^{cbd}	۳۴۹/۰۰$^{a-d}$
ELTCC24	۲۰/۴۳^{kl}	۱۴/۸۳$^{c-h}$	۳۸/۸۳$^{f-i}$	۲۶/۶۷^{hij}	۱۹/۶^{a}	۸/۳$^{d-g}$	۷۴۹/۵۰^{abc}	۲۷۳/۶۷$^{d-h}$
ELTCC25	۲۵/۴۷^{ab}	۱۷/۴۷^{abc}	۴۳/۳۳^{bcd}	۳۳/۲۰$^{c-f}$	۱۶/۴^{bcd}	۹/۹$^{a-f}$	۶۲۵/۵۰^{cde}	۳۴۶/۰۰$^{a-d}$
ELTCC28	۱۷/۷۰^{l}	۱۳/۲۷$^{e-i}$	۳۳/۶۰^{j}	۲۵/۲۰^{ij}	۱۸/۴^{ab}	۱۰/۱$^{a-f}$	۸۳۵/۰۰^{a}	۳۳۷/۶۷$^{a-e}$
ELTCC29	۲۱/۰۷^{jhi}	۱۳/۱۷$^{g-j}$	۳۷/۹۳^{ghi}	۲۶/۳۳^{hij}	۱۶/۴^{bcd}	۷/۶^{fg}	۷۳۴/۰۰^{abc}	۱۸۵/۶۷^{h}
ELTCC30	۲۴/۸۷^{abv}	۱۵/۴۰$^{c-g}$	۴۲/۲۳$^{b-f}$	۳۰/۸۳$^{d-h}$	۱۳/۹^{ef}	۷/۳^{g}	۶۴۷/۰۰^{cde}	۲۲۳/۰۰^{gh}
کویر	۲۴/۶۰$^{a-e}$	۱۴/۶۰$^{d-h}$	۴۱/۸۳$^{b-f}$	۳۰/۵۰$^{e-i}$	۱۵/۰^{def}	۹/۸$^{a-g}$	۵۶۷/۶۷^{e}	۳۸۱/۶۷^{abc}
شیراز	۲۶/۴۰^{a}	۱۲/۶۳^{hij}	۴۴/۸۷^{b}	۲۵/۲۷^{ij}	۱۶/۳$^{b-e}$	۸/۵$^{d-g}$	۶۷۹/۵۰$^{c-e}$	۲۶۷/۰۰$^{d-h}$
LSD (5%)	۳/۶۷	۳/۶۷	۶/۲۴	۶/۲۴	۰/۲۶	۰/۲۶	۱۳۰/۲۶	۱۳۰/۲۶

جدول ۴- میانگین مربعات حاصل از تجزیه مرکب برای صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های تریتیکاله

Table 4. Mean squares obtained from combined analysis of variance for measured physiological traits in triticale genotypes

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		نشت یونی	محتوای آب نسبی	محتوای آب از دست رفته	کلروفیل کل
تنش	۱	۳/۷۱۱**	۱/۶۲۸**	۰/۲۶۸**	۸۶۲/۹۴۹*
خطای اول	۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۱۶۳/۰۴۶
ژنوتیپ	۲۰	۰/۰۲**	۰/۰۲۵**	۰/۰۰۴**	۴۰/۷۱۹**
تنش×ژنوتیپ	۲۰	۰/۰۱۲**	۰/۰۰۹**	۰/۰۰۳**	۲۰/۲۶۱**
خطا	۸۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۴/۹۴۸
ضریب تغییرات (٪)		۷/۵۸۲	۲/۴۵۱	۱۳/۶۰۸	۱۲/۹۱۹

*، ** و ns : به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌داری

طبق نظر برخی از پژوهشگران (۳۰،۱۷،۱۶) بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌ها، شاخص تحمل به تنش (STI) می‌باشد، زیرا قادر است ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند را از ژنوتیپ‌هایی که فقط در محیط تنش و یا فقط در شرایط عدم تنش عملکرد بالایی دارند، تفکیک نماید. نتایج مطالعه حاضر نشان داد STI بالا، نشان‌دهنده تحمل نسبی ارقام می‌باشد. طبق جدول ۶ ژنوتیپ ELTCC1 دارای بیشترین میزان شاخص تحمل به تنش در بین کلیه ژنوتیپ‌ها است، در حالی که ژنوتیپ ELTCC29 دارای کمترین میزان آن بود. بنابراین، ژنوتیپ ELTCC1 دارای بیشترین تحمل به تنش کم آبی است. از طرفی، این ژنوتیپ دارای بیشترین عملکرد در شرایط آبیاری عادی بود و عملکرد آن در شرایط تنش نیز قابل قبول و در سطح تقریبا بالایی قرار داشت. با استفاده از شاخص SSI نیز می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرد (۱۷).

جدول ۵- مقایسه میانگین شرایط آبیاری عادی و تنش برای صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های تریتیکاله
Table 5. Mean comparison in normal irrigation and stress conditions for measured physiological in triticale genotypes

	نشت یونی (درصد)		محتوای آب نسبی برگ (درصد)		محتوای آب از دست رفته (درصد)		کلروفیل کل	
ژنوتیپ	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش
ELTCC1	۰/۱۱۸^{ghi}	۰/۴۸۶^{fe}	۰/۸۳۹^{def}	۰/۶۱۶^{efg}	۰/۰۷۸$^{f-j}$	۰/۱۷۹^{def}	۱۷/۴۱۸^{f}	۱۴/۵۳۰^{a}
ELTCC2	۰/۱۴۳$^{b-i}$	۰/۳۵۲^{h}	۰/۸۰۲^{g}	۰/۵۸۲^{h}	۰/۰۵۳^{j}	۰/۱۴۲^{hg}	۱۷/۶۶^{ef}	۱۴/۷۵۰^{a}
ELTCC4	۰/۱۱۵^{hi}	۰/۴۸۰^{ef}	۰/۸۳۷^{def}	۰/۶۱۰$^{e-h}$	۰/۰۷۵$^{f-j}$	۰/۱۷۷^{def}	۱۷/۹۰۲^{ef}	۱۵/۰۳۰^{a}
ELTCC7	۰/۱۴۲$^{c-i}$	۰/۵۴۸^{c}	۰/۸۵۶^{c}	۰/۶۷۸^{d}	۰/۱۰۸$^{a-d}$	۰/۱۹۶$^{a-d}$	۱۸/۱۴۴^{ef}	۱۴/۰۲۰^{a}
ELTCC8	۰/۱۰۹^{i}	۰/۴۶۶^{f}	۰/۸۳۳^{def}	۰/۵۹۶^{gh}	۰/۰۶۹$^{j-g}$	۰/۱۷۳^{def}	۱۹/۳۹۵$^{c-f}$	۱۴/۳۸۰^{a}
ELTCC9	۰/۱۳۴$^{e-i}$	۰/۳۱۳^{i}	۰/۷۹۱^{g}	۰/۴۴۳^{k}	۰/۰۵۷^{ij}	۰/۱۳۱^{hg}	۱۹/۶۴۷$^{c-f}$	۱۴/۵۹۰^{a}
ELTCC10	۰/۱۱۰^{i}	۰/۴۶۸^{f}	۰/۸۳۴^{def}	۰/۵۹۸^{fgh}	۰/۰۷۰$^{g-j}$	۰/۱۷۴^{def}	۱۸/۶۱^{def}	۱۳/۹۸۰^{a}
ELTCC12	۰/۱۱۴^{hi}	۰/۲۷۲^{j}	۰/۷۹۹^{g}	۰/۴۰۲^{l}	۰/۰۵۶^{ij}	۰/۱۱۹^{h}	۱۹/۳۶۹$^{c-f}$	۱۴/۵۱۰^{a}
ELTCC15	۰/۱۲۳$^{f-i}$	۰/۴۹۷^{ef}	۰/۸۴۲$^{d-f}$	۰/۶۲۷^{ef}	۰/۰۸۳$^{d-u}$	۰/۱۸۲$^{c-f}$	۱۹/۶۱۲$^{c-f}$	۱۴/۷۱۰^{a}
ELTCC18	۰/۱۸۱^{ab}	۰/۴۱۰^{g}	۰/۸۱۸^{efg}	۰/۵۴۰^{i}	۰/۰۵۱^{j}	۰/۱۵۸^{fg}	۱۹/۴۲۳$^{c-f}$	۱۴/۴۳۰^{a}
ELTCC19	۰/۱۴۳$^{b-i}$	۰/۵۳۸^{dc}	۰/۸۵۳^{c}	۰/۶۶۸^{d}	۰/۱۰۳$^{a-f}$	۰/۱۹۳^{abcd}	۱۹/۶۵۷$^{c-f}$	۱۴/۶۲۰^{a}
ELTCC20	۰/۱۷۱$^{a-e}$	۰/۵۹۶^{ab}	۰/۸۶۹^{abc}	۰/۷۲۶^{bc}	۰/۱۱۱$^{a-d}$	۰/۲۰۹^{ab}	۱۹/۲۵۵$^{c-f}$	۱۴/۴۱۰^{a}
ELTCC21	۰/۱۴۹$^{b-h}$	۰/۳۴۲^{hi}	۰/۷۹۹^{g}	۰/۴۷۲^{j}	۰/۰۸۵$^{c-h}$	۰/۱۳۹^{hg}	۱۹/۴۸۳$^{c-f}$	۱۴/۶۰۰^{a}
ELTCC22	۰/۱۷۶$^{a-d}$	۰/۶۰۷^{a}	۰/۸۷۲^{ab}	۰/۷۳۷^{bc}	۰/۱۱۶^{ab}	۰/۲۱۲^{a}	۱۹/۸۶۵$^{b-e}$	۱۴/۸۸۰^{a}
ELTCC24	۰/۱۵۷$^{b-f}$	۰/۵۶۷^{bc}	۰/۸۶۱^{bcd}	۰/۶۹۷^{cd}	۰/۱۱۷^{ab}	۰/۲۰۱$^{a-d}$	۲۰/۰۹۱$^{b-e}$	۱۵/۰۷۰^{a}
ELTCC25	۰/۱۴۰$^{d-i}$	۰/۳۹۷^{g}	۰/۸۱۴^{fd}	۰/۵۲۷^{i}	۰/۰۵۵^{ij}	۰/۱۵۴^{fg}	۲۰/۸۹۱$^{a-d}$	۱۳/۹۷۰^{a}
ELTCC28	۰/۱۴۷$^{b-i}$	۰/۵۴۶^{dc}	۰/۸۵۵^{c}	۰/۶۷۶^{d}	۰/۱۰۷$^{a-d}$	۰/۱۹۵$^{a-d}$	۲۱/۱۲۷^{abc}	۱۴/۱۳۰^{a}
ELTCC29	۰/۱۷۸^{abc}	۰/۶۱۰^{a}	۰/۸۷۴^{ab}	۰/۷۴۰^{b}	۰/۱۱۸^{a}	۰/۲۰۴^{abc}	۲۱/۳۶۲^{abc}	۱۴/۲۹۰^{a}
ELTCC30	۰/۱۲۸$^{f-i}$	۰/۵۰۷^{de}	۰/۸۴۵$^{b-e}$	۰/۶۳۷^{e}	۰/۰۸۸$^{b-g}$	۰/۱۸۵$^{c-a}$	۲۱/۵۹۷^{abc}	۱۵/۵۹۰^{a}
کویر	۰/۲۰۹^{a}	۰/۵۷۴^{abc}	۰/۸۹۱^{a}	۰/۷۹۴^{a}	۰/۱۱۹^{a}	۰/۲۰۱$^{a-d}$	۲۱/۸۳۲^{ab}	۱۵/۷۶۰^{a}
شیراز	۰/۱۵۴$^{b-g}$	۰/۵۶۱^{bc}	۰/۸۶۰^{c}	۰/۶۹۱^{d}	۰/۱۱۴^{abc}	۰/۲۰۰$^{a-d}$	۲۲/۹۵۴^{a}	۱۶/۲۰۰^{a}
LSD (5%)	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۰/۰۲۹	۳/۶۱۲	۳/۶۱۲۰

در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری درسطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

بر اساس شاخص حساسیت به تنش یا SSI که مقادیر کمتر آن به منزله تحمل بیشتر ژنوتیپ مربوطه می‌باشد. ژنوتیپ ELTCC1 از لحاظ حساسیت در رتبه چهارم قرار گرفت که به معنی پایین بودن شاخص SSI در این ژنوتیپ است. از طرفی، بیشترین میزان شاخص حساسیت در ژنوتیپ شیراز به دست آمد و کمترین آن در رقم کویر مشاهده گردید. به‌طورکلی، ژنوتیپ‌های ELTCC1 و ELTCC15 را می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب معرفی کرد که بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت همچنین عملکرد در شرایط تنش و آبیاری عادی مناسب هستند.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اثر تنش روی همه صفات مورفو- فیزیولوژیک مورد بررسی معنی‌دار بود که بیانگر تنوع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ پاسخ به تنش کم آبی می‌باشد. تنش کم آبی باعث کاهش ارتفاع ساقه، طول سنبله، تعداد پنجه در بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد زیستی و عملکرد دانه شد و همچنین صفات فیزیولوژیکی مثل میزان آب نسبی برگ و میزان آب از دست رفته را نیز در اکثر ژنوتیپ‌های تریتیکاله مورد بررسی کاهش داد.

جدول ۶- شاخص‌های تحمل و حساسیت برای ژنوتیپ‌های تریتیکاله و رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس هر شاخص
Table 6. Tolerance and susceptibility indices for triticale genotypes and genotypes ranking on basis of each index

ژنوتیپ	STI	رتبه ژنوتیپ‌ها بر اساس STI	SSI	رتبه ژنوتیپ‌ها براساس SSI	عملکرد در آبیاری عادی (گرم)	عملکرد در تنش (گرم)
ELTCC1	۰/۶۵۹۰	۲۱	۰/۷۰۸۶	۴	۷۹۹/۵	۳۸۳
ELTCC10	۰/۵۰۶۷	۱۳	۰/۹۹۴۵	۱۰	۷۲۱/۵	۳۳۳
ELTCC12	۰/۳۷۹۷	۴	۱/۰۴۲۶	۱۲	۶۴۳	۲۸۰
ELTCC15	۰/۵۸۵۶	۱۶	۰/۶۶۲۴	۲	۶۵۸	۴۲۲
ELTCC18	۰/۶۴۲۵	۲۰	۱/۰۴۹۵	۱۳	۸۴۰	۳۶۲/۶۷
ELTCC19	۰/۴۱۴۶	۸	۱/۰۵۱۳	۱۴	۶۷۵/۵	۲۹۱
ELTCC2	۰/۵۲۴۴	۱۵	۰/۹۲۸۲	۷	۷۰۷	۳۵۱/۶۷
ELTCC20	۰/۶۱۰۵	۱۹	۰/۸۶۸۰	۶	۷۳۹	۳۹۱/۶۷
ELTCC21	۰/۳۹۰۱	۶	۱/۰۳۲۱	۱۱	۶۴۷/۵	۲۸۵/۶۷
ELTCC22	۰/۵۱۹۳	۱۴	۰/۹۳۳۳	۸	۷۰۵/۵	۳۴۹
ELTCC24	۰/۴۳۲۶	۹	۱/۱۷۲۵	۱۷	۷۴۹/۵	۲۷۳/۶۷
ELTCC25	۰/۴۵۶۵	۱۰	۰/۸۲۵۳	۵	۶۲۵/۵	۳۴۶
ELTCC28	۰/۵۹۴۷	۱۷	۱/۱۰۰۰	۱۵	۸۳۵	۳۳۷/۶۷
ELTCC29	۰/۲۸۷۴	۱	۱/۳۷۹۷	۲۱	۷۳۴	۱۸۵/۶۷
ELTCC30	۰/۳۰۴۳	۲	۱/۲۱۰۳	۱۸	۶۴۷	۲۲۳
ELTCC4	۰/۴۶۸۸	۱۲	۰/۹۸۷۱	۹	۶۹۱	۳۲۱/۶۷
ELTCC7	۰/۳۴۲۸	۳	۱/۲۲۴۶	۱۹	۶۹۴/۶	۲۳۴
ELTCC8	۰/۶۰۳۰	۱۸	۰/۶۶۳۵	۳	۶۶۸	۴۲۸
ELTCC9	۰/۳۹۹۴	۷	۱/۲۶۱۵	۲۰	۷۷۳	۲۴۵
کویر	۰/۴۵۷۰	۱۱	۰/۶۰۵۱	۱	۵۶۷/۶۷	۳۸۱/۶۷
شیراز	۰/۳۸۲۶	۵	۱/۱۲۱۲	۱۶	۶۷۹/۵	۲۶۷

در مجموع، ژنوتیپ ELTCC1 را که دارای بیشترین مقدار در اکثر صفات مورفو- فیزیولوژیک بوده و نیز بیشترین شاخص تحمل به تنش کم آبی را داشت، می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ متحمل به کم آبی معرفی نمود، هرچند برای اثبات این ادعا بهتر است این تحقیق حداقل در دو سال متوالی تکرار گردد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از رئیس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس که ژنوتیپ‌های تریتیکاله را دراختیار ما قرار دادند و همچنین از کارشناسان آزمایشگاه‌های زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

1. Ahmadi, J.H., M. Khanghah, A. Rostami and R. Chogan. 2000. Drought resistance indices and using bi-plot in seed corn hybrids. Journal of Agricultural Sciences Iran, 31(3): 513-524 (In Persian).
2. Augé, R.M., H.D. Toler and A.M. Saxton. 2015. Arbuscular mycorrhizal symbiosis alters stomatal conductance of host plants more under drought than under amply watered conditions: a meta-analysis. Mycorrhiza, 25(1): 13-24.
3. Baczek-Kwinta, R., W. Filek, S. Grzesiak and T. Hura. 2006. The effect of soil drought and rehydration on growth and antioxidative activity in flag leaves of triticale. Biologia Plantarum, 50(1): 55-60.
4. Baire, A.C. 1991. Triticale in the warmer areas. CIMMYT. Mexico.
5.Bihamta, M.R., M. Shirkavand, J. Hasanpour and A. Afzalifar. 2018. Evaluation of durum wheat genotypes under normal irrigation and drought stress condition. Journal of Crop Breeding, 24(9): 119-136 (In Persian).
6. Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press. Boca Raton, FL, USA.
7. Boggess, S.F., C.R. Stewarty, D. Aspinall and L.G. Paleg. 1976. Effect of water stress on praline synthesis from radioactive precursors. Plant Physiol, 58: 398-401.
8. Boleslaw, P., S. Wicz and M. Dylewicz. 2007. Identification and characterization of high- molecular-weight glutenin genes in Polish triticale cultivars by PCR- based DNA markers. Journal of Applied Genetics, 48: 347-357.
9. Borsani, O., V. Valpuesta and M.N. Botella. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedling. Plant Physioogy, 126: 1024-1030.
10. Boyer, J.S. 1968. Relationship of water potential to growth of leaves. Plant Physiology, 43(7): 1056-106.
11. Clarke, J.M. and T.N. McCaig. 1982. Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 62(3): 571-578.

12. Clarke, J.M. and T.F. Townley Smith. 1984. Drying rates of spring triticale compared to wheat. Agronomy Journal, 76: 450-456.
13. Damghan, I. 2009. ExogEnous application of brassinostEroid allEviatEs drought-inducEd oxidativE strEss in Lycopersicon escuLentum l. General and Applied Plant Physiology, 35(1-2): 22-34.
14. Del-Angel, A.R. and A. Sotelo. 2009. Nutritive value of mixtures using chick-peas with wheat, triticale, normal and opaque-2 corns. Journal of Nutrition, 110: 1474-1480.
15. Farshadfar, A. and H. Javadinia. 2012. Evaluation of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) tolerance to drought stress. Seed and Plant Journal, 1(4): 537-517.
16. Farshadfar, E., M.R. Zamani, M. Matlabi and E.E. Emam-jome. 2001. Selection for drought resistance chichpea lines. Journal of Agricultural Science, 32: 65-77.
17. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of a symposium. Taiwan, 257-270 pp.
18. Fischer, R.A., J.L. Lindt and A. Glave. 1977. Irrigation of dwarf wheats in the Yaqui Valley of Mexico. Experimental Agriculture, 13: 353-367.
19. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1987. Drought resistance in spring wheat cultivar. I. Grain yield response. Australian journal of Agriculture research, 29: 897-912.
20. Ghanem, M.E., H. Marrou and T.R. Sinclair. 2014. Physiological phenotyping of plants for crop improvement .Trends in Plant Science, 20(3): 139-144.
21. Haffani, S., M. Mezni, I. Slama, M. Ksontini and W. Chaibi. 2014. Plant growth, water relations and proline content of three vetch species under water-limited conditions. Grass and Forage Science, 69(2): 323-333.
22. Heslot, N., D. Akdemir, M.E. Sorrells and J.L. Jannink. 2014. Integrating environmental covariates and crop modeling into the genomic selection framework to predict genotype by environment interactions. Theoretical and Applied Genetics, 127(2): 463-480.
23. Hulse, J. and E. Laing. 1974. Nutritive value of triticale protein. International Development Research Center, Ottawa, Canada, 183 pp.
24. Lawson, T., K. Oxborough, J.I.L. Morison and N.R. Baker. 2003. The responses of guard and mesophyll cell photosynthesis to CO2, O2, light and water stress in a range of species are similar. Journal of Experimental Botany, 54: 743-52.
25. Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stress. Vol.I. Academic Press, New York,
26. Liang, Y.C., Q. Chen, Q. Liu, W.H. Zhang and R.X. Ding. 2003. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.). Plant Physiology, 160: 1157-1164.
27. Litchenthaler, H. and K. Boschman. 2001. Chlorophylls and Carotenoids:Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry, 26: 54-60.
28. Maluszynski, M., I. Szarejko, P. Barriga and A. Balcerzyk. 2001. Heterosis in crop mutant crosses and production of high yielding lines using doubled haploid systems. Euphytica, 120: 387-398.
29. Maria, E.B., D.A. Jose, C.B. Maria and P.A. Francisco. 2000. Carbon partitioning and sucrose metabolism in tomato plants growing under salinity. Physiologia Plantarum, 110: 503-511.
30. Moghaddam, A. and M.H. Hadizadeh. 2002. Response of corn (*Zea mays* L.) Hybrids and their parental lines to drought using different stress tolerance indices. Seed and Plant Improvment Journal, 18(3): 255-272 (In Persian).
31. Naghavi, M. R., M. Moghaddam, M. Toorchi and M.R. Shakiba. 2016. Evaluation of spring wheat cultivars for physiological, morphological and agronomic traits under drought stress. Journal of Crop Breeding, 18(8): 64-77 (In Persian).
32. Nazeri, D. and A.S. Nawabi. 1996. CIMMYT triticale and its amendments. Cereal Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, 56 pp (In Persian).
33. Oettler, G. 2005. Centenary review. The fortune of a botanical curiosity- triticale: Past, present and future. Journal of Agricultural Science, 143: 329-346.
34. Pessarakli, M. 2014. Handbook of plant and crop physiology. CRC Press, 614 pp.
35. Royo, C., M. Abaza, R. Blanco and L.F. Garcıadel 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.
36. Safaee, H. and H. Ghadiri. 1996. Soil water stress effects on some morphological and physiological six wheat (*Triticum arstivum* L.) Varieties in the greenhouse. Journal of Agricultural Sciences Iran, 26(3): 9-18 (In Persian).
37. Sairam, R. 1994. Effect of moisture-stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. Indian Journal of Experimental Biology, 32: 594-594.
38. Serna-Saldivar, S.O., S. Guajardo-Flores and R. Viesca-Rios. 2004. Potential of Triticale as a Substitute for Wheat in Flour Tortilla Production 1. Cereal chemistry, 81(2): 220-225.
39. Shimshi, D., M.L. Mayoral and D. Atsmon. 1982. Responses to water stress in wheat and related wild species. Crop Sci, 22: 123-128.
40. Shiranirad, A. and A. Abbasian. 2011. Evaluation of drought tolerance in winter rapeseed cultivars based on tolerance and sensitivity indices. Agriculture, 98: 41-48.
41. Shroyer, J.P. 1996. Triticale in Kansas. Kansas State University, Available online at: http://www.oznet.ksu.edu,
42. Syed, R.A. and C.E. Macdonald. 1974. Amino acid composition, protein fractions and baking quality of triticale, PP. 137-149 In: Tsen, C. C. (Ed.), Triticale: First Man-Made Cereal, AACC, St. Paul, MN.
43. Vahabzadeh, M., A. Amini, M. Ghasemi, M. Nazeri and S.H. Koohkan. 2006. Evaluation of grain yield and stability in triticale lines. Journal of Agricultural Science, 8: 69-83 (In Persian).

Evaluation of Water Deficit Stress Effects on Morpho-Physiologicall Characteristics in Some Triticale Genotypes

Mahboobeh Tondroo[1], Asad Masoumiasl[2], Masoud Dehdari[3] and Hamidreza Khadem Hamzeh[4]

1 and 3- M.Sc. Student and Associated Professor, of Plant Breeding, Yasouj University
2- Associate Professor of Plant Breeding, Yasouj University
(Corresponding author: masoumiasl@yu.ac.ir)
4- Crop and Horticultural Science Research Department, Fars Agriculture and Natural Resources Research and education Center, Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
Received: February 2, 2017 Accepted: October 23, 2017

Abstract

Among the crops, cereals have been special important and triticale is the most successful man made cereal. In present research, water deficit stress effects on 19 triticale genotypes (*X Triticosecale wittmack*) and two wheat cultivars (*Triticum aestivum*), Shiraz (sensitive to water deficit stress) and Kavir (tolerant to water deficit stress) were tested. Therefore, two separate field experiments were performed based on Randomized Complete Block Design with 3 replications. In the first experiment, normal irrigation was used and in the second experiment irrigation has been eliminated at flowering step. Vegetative and yield component triats such as plant height, spike length, number of spikelets per spike, grains per spike, tiller number in plant, thousand grain weight, biological yield and grain yield were measured. Relative water content (RWC) and rate of leaf water loss (RWL) and total chlorophyll content as physiological traits were evaluated. Results showed that although water deficit stress decreased grain yield in different genotypes in comparison of normal irrigation, some genotypes tolerated water deficit stress and produced relatively high yield. Genotype ELTCC1 showed superior in thousand grain weight and number of spikelets per spike in normal irrigation condition and biological yield, grain yield, grains per spike and plant height in stress condition. Overall, we can introduce ELTCC1 and ELTCC15 genotypes as desired genotypes, because they showed more tolerance in comparison with other genotypes based on tolerance and susceptible indices and also yield in stress and normal irrigation conditions.

Keywords: Chlorophyll content, Abiotic stress, Grain yield, Relative water content, Genotype