



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

محبوبه تندرو<sup>۱</sup>، اسد معصومی اصل<sup>۲</sup>، مسعود دهداری<sup>۳</sup> و حمیدرضا خادم حمزه<sup>۴</sup>

۱

۲

دانشگاه اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج، (تویسده مسؤول: masoumiasl@yu.ac.ir)

۳

دانشگاه اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج، (تویسده مسؤول: masoumiasl@yu.ac.ir)

۴

دانشگاه اصلاح نباتات، دانشگاه یاسوج، (تویسده مسؤول: masoumiasl@yu.ac.ir)

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، موفق ترین غله ساخت بشر است. در این تحقیق، اثر تنفس کم آبی در نوزده ژنوتیپ تریتیکاله (*Triticum aestivum* (X) Triticosecale wittmack) به نام‌های شیزار (حساًس به تنفس کم آبی) و کویر (متحمل به تنفس 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 گدده‌ی اعمال گردید. صفات رشدی و عملکردی شامل ارتقای گیاه، طول سنبله، تعداد سنبله در سنبله، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و عملکرد زیستی و عملکرد گلوفیل کل نیز به عنوان صفات فیزیولوژیک ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که اگرچه تنفس کم آبی باعث کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به شرایط بدون تنفس شد، ولی بعضی از ژنوتیپ‌ها تنفس کم آبی را تحمل کرده و عملکرد بالایی داشتند. ژنوتیپ ELTCC1 در صفات وزن هزار دانه و تعداد سنبله در سنبله در شرایط آبیاری عادی و عملکرد زیستی، عملکرد گلوفیل کل نیز به عنوان ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به شرایط بدون تنفس برتر بود. به طور کلی، می‌توان ELTCC1 و ELTCC15 را به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب معرفی کرد که بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنفس و همچنین عملکرد در شرایط تنفس و آبیاری عادی متholm تر از بقیه ژنوتیپ‌ها بودند.

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

### مقدمه

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 فقری 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 مقابله 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 باوری و عملکرد کم ارقام قدیمی‌تر تریتیکاله طی برنامه‌های اصلاحی افزایش یافته است، به طوری که 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 تنفس‌ها کشت می‌شود و به طور 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

خشکی و کم آبی از جمله تنفس‌های غیرزیستی است که به علت تنوع زیاد شرایط بارندگی، به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در ایران شناخته شده است (۴۲). تنفس کم آبی در مناطق خشک و کم آب اهمیت بیشتری دارد. سازوکار تأثیر خشکی و کم آب 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 فتوسترنز 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 مواد غذایی است نیز کاهش یافته و شیره گیاهی غلیظ شده و نقل و انتقال به سمت دانه به کندی صورت می‌گیرد (۴، ۱۲). کاهش آب در بافت‌های گیاهی سبب کاهش رشد، بسته شدن روزنه‌ها (۳۹)، کاهش فتوسترنز، تحت تأثیر قرار گرفتن تنفس، کاهش فضای بین سلولی، تخریب پروتئین‌ها، تخریب آنزیم‌ها، کاهش شدید رشد (۲۵) و تجمع پروتئین (۷) می‌شود. گیاه از طریق سازوکارهای مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعریق کننده، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگهداشتن سطح فتوسترنز و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی می‌تواند خشکی و کم آب را تحمل کند (۲۶). تاکنون تلاش‌های زیادی در زمینه ایجاد غلات جدید با عملکرد و سازگاری بیشتر صورت گرفته که

به منظور گزینش ارقام برتر از لحاظ تحمل تنش، رقمنی 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 رقمنی مطلوب و پایدار است که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش بالاترین عملکرد را تولید کند (۱۶، ۱۷، ۱۹). از این‌رو برای انتخاب ارقام برتر، شخص‌های 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 انعام 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 شخص‌های مورفو-فیزیولوژیکی و نیز شناسایی ژنوتیپ‌های تریتیکاله متحمل به کم آبی می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر تنش کم آبی بر صفات مورفو-فیزیولوژیک تریتیکاله، تعداد ۱۹ ژنوتیپ تریتیکاله و دو رقم گندم به نام‌های شیراز (حساس به تنش کم آبی) و کویر (متحمل به تنش کم آبی) به عنوان 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 ۱۳۹۴-۹۵ در مزرعه‌ای در ۱۲ کیلومتری شیراز، منطقه باجگاه با طول جغرافیایی  $50^{\circ} ۵۲^{\prime}$  و با عرض  $۴۶^{\circ} ۲۹^{\prime}$  شمالی ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوك‌های 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 گله‌ی (مرحله خروج پرچم‌های زرد رنگ و اتمام عمل گردیده‌افشانی) 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 سنبله‌چه 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 انعام گرفت. برای اندازه‌گیری شاخص نشت یونی، نمونه‌ها با آب مقطر شستشو داده شدند و در لوله‌های درب‌دار قرار گرفتند. سپس ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطبه 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 (%) بر اساس معادله زیر محاسبه شد (۳۷).

مادری (گندم) و سکالین و گلوتنین را از والد پدری (جاودار) دریافت کرده است (۸). تریتیکاله در سال‌های ۱۳۴۸-۴۹ 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 محصول ترین 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 به عنوان غله‌ای متحمل به شرایط نامساعد محیطی از جمله خشکی، گرما و شوری به عنوان محصل 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 مطبوبی همچون عملکرد بالا، مقاومت به خواهیدگی، ناخنک (ارگوت)، بذر درشت و از نظر میزان لیزین، بالاتر از سایر غلات می‌باشند و در شرایط تنش‌های محیطی نظری خشکی خاک برتری قابل ملاحظه‌ای دارند (۳۸). در بررسی اثر محدودیت رطوبتی بر پنج ژنوتیپ تریتیکاله هگزابلوبید، 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 بسک و درصد باروری سنبله‌ها نسبت به شرایط آبیاری عادی می‌شود (۳۲). در یک آزمایش گلخانه‌ای چهار ژنوتیپ تریتیکاله مستانه ابتدا در دو مرحله ساقده‌هی و گلدهی در شرایط تنش خشکی قرار گرفتند و تعدادی از آن‌ها مجدداً پس از گذشت یک دوره، مورد آبیاری قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار آبیاری مجدد در مرحله ساقده‌هی، 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، به عنوان پیچیده‌ترین خصوصیت گیاه، تحت تأثیر تعداد زیادی از فرآیندهای فیزیولوژیکی است و نمود قابل اندازه‌گیری این فرآیندها در صفات نموی، فیزیولوژیکی و مورفو‌لولوژیکی گیاه تجلی می‌یابد (۳۴). عملکرد گیاه با محتوای آب نسبی برگ، آب از دست رفته از برگ بریده شده، میزان کلروفیل، کارابی 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 بهترین‌دادی

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_.. 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.. YOGUL_ 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_4-14.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.. OGUL_6.4.KER_3.6.BULL_10.MANATL_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_ 2.4.3. 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.TOP0 1419.. ERIZO_ 9.3. LIRON _1 -1.4. FAHAD_4. FARAS_1.5. DAHBI3. 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.TOP0 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..YOGUL_6.4.KER_3.6.BULL_10.MANATI_1
ELTTCL22	POLLMER_2.2.1*2..FARAS.CMH84.4414.4.DAHBI_6.3.ARDL_1.TOP0 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.. YOGUL_ 6. 4. KER_ 3. 6. BULL_ 10. MANATI_ 1* 2.7. TUKURU
ELTTCL30	LIRON_2. 5. DIS B5. 3. SPHD. PVN.. YOGUL_ 6. 4. KER_ 3.6. BULL_ 10. MANATI_ 1* 2. 7. TUKURU

می‌باشدند. اندازه‌گیری کلروفیل به روش لیچتالار و بوشمن (۲۷) انجام شد.

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

$$SSI = \frac{1 - \frac{Y_s}{Y_p}}{1 - \frac{\bar{Y}_s}{\bar{Y}_p}} \quad (19)$$

$$STI = \frac{Y_p \times Y_s}{\bar{Y}_p^2} \quad (17)$$

که در آن  $Y_s$  عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنفس،  $Y_p$  عملکرد ژنوتیپ در شرایط آبیاری عادی،  $\bar{Y}_s$  میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری عادی و  $\bar{Y}_p$  میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط تنفس می‌باشد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای SAS 9.1 و MSTATC نتایج گرفت.

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.

$$EC(\%) = \left( \frac{C_1}{C_2} \right) * 100 \quad (37)$$

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

$$RWC = \frac{WF-WD}{WT-WD} \quad (10)$$

$$RWL = \frac{(WF-W1)+(W1-W2)+(W2-W3)}{3WD(T2-T1)} \quad (11)$$

WF، W2، W1، WT، WD، W3، W1، W2، W3، W2، W1، WD، W1، WD، 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 مدت ۱۸-۲۰ 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

## نتایج و بحث

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

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 معنی دار عملکرد دانه، اجزای عملکرد، ارتفاع و سایر خصوصیات مورفو‌لولوژیک می‌گردد (۳۱).

اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های تربیتیکاله 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 مورفو‌لولوژیک مربوط به عملکرد در ژنوتیپ‌های تربیتیکاله 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 ELTCC2 و در شرایط تنش به ژنوتیپ ELTCC18 مشاهده گردید. داد که در شرایط تنش کمود آب نیز اثر ژنوتیپ برای صفات مورفو‌لولوژیک و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های تربیتیکاله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه مركب برای صفات مورفو‌لولوژیک و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های تربیتیکاله  
Table 2. Mean squares obtained from combined analysis of variance for morphological traits and yield components of triticale genotypes

درجه آزادی	منبع تغییرات	ارتفاع ساقه	طول سنبله	وزن هزار دانه	تعداد سنبله باور در سنبله	تعداد دانه در سنبله	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	عملکرد	عملکرد دانه
۱	تنش	۱۳۱۹/۹۲۶**	۹۶/۳۷۱**	۶۸۶/۳۷۱**	۲۰۰۳/۸۲۲**	۴۸۶۶/۶۸۴**	۲۹۴۲/۵۶**	۱۳/۹۴۳**	۴۵۸۶۹۶۸/۵**	
۴	خطای اول	۱۵۰/۰۴۶	۹/۵۴۹	۲/۵۳۸	۶۷/۰۳۸	۱۹۵/۴۵۸	۲۵۱/۳۴۷	۰/۱۴۹	۹۴۱۷/۷۴۱	
۲۰	ژنوتیپ	۱۹۰/۷۶۵**	۷/۸۱۱**	۱۰/۱۳۴**	۸۸/۶۴۵**	۱۹/۱**	۵۰/۵۳۲**	۰/۰۸**	۱۳۸۱۱/۷۰۸**	
۲۰	تنش×ژنوتیپ	۱۹۵/۱۹۵**	۵/۸۴۴**	۱۰/۱۹۷**	۹۱/۸۱۲**	۲۲/۴۵۵**	۶۷/۶۷۷**	۰/۱۰۹**	۱۵۲۸۲/۷۷۲**	
۸۰	خطا	۷۲/۷۲۲	۰/۴۰۲	۹/۸۸۷	۵/۱۱۳	۱۴/۷۸۱	۰/۰۲۷	۰/۹۴۳**	۶۴۳۵/۸۰۴	
(%)	ضریب تغییرات (%)	۷/۹۶۴	۶/۴۳۳	۸/۰۶۶	۱۲/۰۹۴	۱۰/۷۷۹	۱۲/۷۳۶	۱۵/۹۷۶		

\*، \*\* و ms به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌داری

نسبت به آبیاری عادی کاهش نشان داد. خشکی از طریق کاهش هدایت روزنها و به واسطه بسته شدن روزنها و اختلال در متabolیسم باعث کاهش میزان فتوسنتز می‌شود (۲۶، ۲۴). در بررسی اثر محدودیت رطوبتی بر پنچ ژنوتیپ تربیتیکاله هگزابولوید 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 تنش داندند 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 ۰/۹۴۳ و ۰/۹۶۴ میانگین مربعات مربوط به این ژنوتیپ‌هاست. نتایج تجزیه واریانس مركب برای صفات فیزیولوژیک نشان‌دهنده تجزیه واریانس در این جداول نشان می‌دهد که اثر نتایج تجزیه واریانس در این جداول نشان می‌دهد که آنها برای صفات فیزیولوژیک مورد بررسی است. قابل ملاحظه بین ژنوتیپ‌های تربیتیکاله معنی‌دار است که بیانگر تنوع بر روی صفات موردن بررسی می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان نشت یونی در شرایط آبیاری عادی به ترتیب به رقم

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 ELTCC15 مشاهده گردید. ژنوتیپ‌های شیراز و ELTCC9 به ترتیب دارای بیشترین میانگین تعداد سنبله‌چه در سنبله در شرایط آبیاری عادی و تنش بودند. کمترین میزان تعداد سنبله‌چه 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 در سنبله 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 ELTCC8 و ELTCC28 و ELTCC24 ژنوتیپ‌های ژنوتیپ‌های ELTCC22 و ELTCC20 در شرایط تنش بیشترین و ژنوتیپ ELTCC10 در شرایط آبیاری عادی و ژنوتیپ ELTCC30 در شرایط تنش کمترین میزان عملکرد زیستی را دارد. به طور کلی، عملکرد زیستی تمام ارقام در شرایط تنش کم‌آبی

تنش خشکی کاهش معنی داری در ارقام مورد مطالعه گندم از خود نشان داد. محتوای آب از دست رفته به عنوان یک شاخص تعیین کننده 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 تنش و آبیاری بود. کمترین میزان کلروفیل کل در شرایط تنش و آبیاری ELTCC1 عادی به ترتیب به ژنوتیپ های ELTCC7 و ELTCC1 تعلق داشت. در شرایط تنش، ارقام متحمل به دلیل پایداری بیشتر کلروفیل از فتوسترن 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 به طور معنی داری کاهش می دهد، می توان نتیجه گرفت که خشکی شدید باعث از بین رفتن کلروفیل و یا مواد موردنیاز جهت ساخت آن ها است. معمولاً ارقام حساس در مقایسه با ارقام متحمل کاهش شدیدتری در میزان کلروفیل از خود نشان می دهند (۱۳).

گندم کویر و ژنوتیپ ELTCC8 تعلق داشت. تنش خشکی تولید یک سری رادیکال های آزاد می کند که سبب خسارت به غشای سلول می شوند که این خسارت را می توان به وسیله نشت یونی سلول اندازه گیری کرد. افزایش نشت یونی در گیاهان تحت شرایط تنش در بسیاری از گونه های گیاهی گزارش شده است (۹، ۲۹). اندازه گیری وضعیت آب گیاه به عنوان یک شاخص مهم در شناسایی پاسخ گیاهان به تنش خشکی محسوب می شود به طوری که زیاد بودن محتوای آب نسبی برگ و کم بودن سرعت از دست رفتن آب نشان دهنده سازگاری به خشکی در ژنوتیپ ها است و می تواند به عنوان 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 ژنوتیپ های ELTCC9 و ELTCC12 مشاهده گردید. میزان با محتوای آب از دست رفته از برگ بریده شده یکی از صفات فیزیولوژیک مهم در شناسایی ارقام متحمل از حساس است (۱۶). این صفت در اثر

جدول ۳- مقایسه میانگین شرایط آبیاری عادی و تنش برای تعدادی صفات مورفوژیک مربوط به عملکرد در ژنوتیپ های تریتیکاله  
Table 3. Mean comparison in normal irrigation and stress conditions for some morphological traits related to yield in triticale genotypes

ژنوتیپ	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	آبیاری عادی	تنش	طول سنبله (سانتی متر)	آبیاری عادی	تنش	تعداد پنجه در بوته	آبیاری عادی	تنش	وزن هزار دانه (گرم)
ELTCC1	۱۲۰/۹۳ <sup>b,c</sup>	۱۱۳/۰ <sup>a</sup>	۱۰/۳۳ <sup>cd</sup>	۸/۳۳ <sup>hi</sup>	۸/۳۳ <sup>b</sup>	۶/۳۰ <sup>b</sup>	۵۳/۲۰ <sup>a</sup>	۲۷/۰ <sup>jkl</sup>	۵۳/۲۰ <sup>a</sup>	۲۷/۰ <sup>jkl</sup>
ELTCC2	۱۰۲/۱۷ <sup>fgh</sup>	۱۰۷/۸ <sup>ab</sup>	۱۱/۵ <sup>ab</sup>	۶/۲۷ <sup>l</sup>	۸/۲۳ <sup>b</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۴۶/۳ <sup>d,g</sup>	۳۱/۰ <sup>f,j</sup>	۴۶/۳ <sup>d,g</sup>	۳۱/۰ <sup>f,j</sup>
ELTCC4	۱۰۷/۴ <sup>d-g</sup>	۱۰۹/۰ <sup>a</sup>	۸/۸۷ <sup>ef</sup>	۹/۹ <sup>ef</sup>	۶/۲۳ <sup>d</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۴۷/۵ <sup>b-f</sup>	۳۵/۴۳ <sup>c-f</sup>	۴۷/۵ <sup>b-f</sup>	۳۵/۴۳ <sup>c-f</sup>
ELTCC7	۱۱۴/۶۷ <sup>c,d</sup>	۱۰۶/۳۷ <sup>ab</sup>	۱۱/۵ <sup>ab</sup>	۱۰/۴۳ <sup>de</sup>	۹/۳۳ <sup>a</sup>	۱/۰۰ <sup>ef</sup>	۴۷/۱ <sup>b-f</sup>	۳۰/۱ <sup>g-j</sup>	۴۷/۱ <sup>b-f</sup>	۳۰/۱ <sup>g-j</sup>
ELTCC8	۹۴/۹ <sup>h</sup>	۱۰۸/۹ <sup>a</sup>	۹/۴ <sup>de</sup>	۶/۸ <sup>kl</sup>	۹/۳۳ <sup>a</sup>	۹/۳۰ <sup>a</sup>	۵۰/۰ <sup>a-d</sup>	۲۸/۵۷ <sup>h-k</sup>	۵۰/۰ <sup>a-d</sup>	۲۸/۵۷ <sup>h-k</sup>
ELTCC9	۱۱۴/۶۷ <sup>c,d</sup>	۱۱۲/۴۰ <sup>a</sup>	۹/۹ <sup>de</sup>	۷/۸ <sup>ij</sup>	۸/۲۳ <sup>b</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۳۹/۰ <sup>ijk</sup>	۲۹/۰ <sup>h-k</sup>	۳۹/۰ <sup>ijk</sup>	۲۹/۰ <sup>h-k</sup>
ELTCC10	۱۰۵/۳ <sup>efg</sup>	۱۱۱/۳۳ <sup>a</sup>	۱۰/۹۷ <sup>ab</sup>	۱۰/۴۳ <sup>de</sup>	۷/۲۳ <sup>c</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۴۵/۰ <sup>fgh</sup>	۳۳/۵۷ <sup>d-g</sup>	۴۵/۰ <sup>fgh</sup>	۳۳/۵۷ <sup>d-g</sup>
ELTCC12	۹۹/۰ <sup>gh</sup>	۱۰۹/۰ <sup>a</sup>	۱۰/۹۷ <sup>ab</sup>	۷/۰ <sup>jk</sup>	۹/۳۳ <sup>a</sup>	۴/۰ <sup>ab</sup>	۵۱/۰ <sup>ab</sup>	۳۹/۰ <sup>ab</sup>	۵۱/۰ <sup>ab</sup>	۳۹/۰ <sup>ab</sup>
ELTCC15	۱۰۷/۴ <sup>d-g</sup>	۱۰۵/۷ <sup>ab</sup>	۱۰/۴۳ <sup>cd</sup>	۸/۸ <sup>gh</sup>	۷/۲۳ <sup>c</sup>	۸/۰ <sup>a</sup>	۳۷/۰ <sup>jk</sup>	۲۲/۲۷ <sup>l</sup>	۳۷/۰ <sup>jk</sup>	۲۲/۲۷ <sup>l</sup>
ELTCC18	۹۹/۰ <sup>gh</sup>	۱۰۱/۱۷ <sup>ab</sup>	۷/۰ <sup>g</sup>	۱۰/۴۳ <sup>de</sup>	۸/۲۳ <sup>b</sup>	۳/۰ <sup>d</sup>	۴۸/۲۷ <sup>a-e</sup>	۲۷/۶۳ <sup>l</sup>	۴۸/۲۷ <sup>a-e</sup>	۲۷/۶۳ <sup>l</sup>
ELTCC19	۱۰۴/۲۷ <sup>fgh</sup>	۱۰۳/۶ <sup>ab</sup>	۱۰/۹۷ <sup>ab</sup>	۹/۴ <sup>fg</sup>	۶/۲۳ <sup>d</sup>	۴/۰ <sup>cd</sup>	۴۲/۹۷ <sup>i</sup>	۲۷/۹۷ <sup>d</sup>	۴۲/۹۷ <sup>i</sup>	۲۷/۹۷ <sup>d</sup>
ELTCC20	۱۰۴/۲۷ <sup>fgh</sup>	۱۰۳/۵ <sup>ab</sup>	۸/۸ <sup>ef</sup>	۱۱/۹۷ <sup>ab</sup>	۹/۳۳ <sup>a</sup>	۶/۰ <sup>b</sup>	۵۰/۰ <sup>a-d</sup>	۲۴/۸۳ <sup>kl</sup>	۵۰/۰ <sup>a-d</sup>	۲۴/۸۳ <sup>kl</sup>
ELTCC21	۹۳/۸ <sup>h</sup>	۱۰۹/۷ <sup>a</sup>	۹/۰ <sup>de</sup>	۸/۸ <sup>gh</sup>	۷/۲۳ <sup>c</sup>	۴/۰ <sup>cd</sup>	۴۶/۰ <sup>c-g</sup>	۳۹/۰ <sup>abc</sup>	۴۶/۰ <sup>c-g</sup>	۳۹/۰ <sup>abc</sup>
ELTCC22	۱۰۲/۱۷ <sup>fgh</sup>	۱۰۶/۴۷ <sup>ab</sup>	۱۱/۹۷ <sup>ab</sup>	۸/۸ <sup>gh</sup>	۶/۲۳ <sup>d</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۴۰/۰ <sup>hij</sup>	۳۲/۰ <sup>e-j</sup>	۴۰/۰ <sup>hij</sup>	۳۲/۰ <sup>e-j</sup>
ELTCC24	۱۲۵/۱۰ <sup>ab</sup>	۱۱۰/۰ <sup>a</sup>	۱۲/۵ <sup>a</sup>	۱۲/۵ <sup>a</sup>	۹/۳۳ <sup>a</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۵۲/۰ <sup>a</sup>	۴۱/۰ <sup>a</sup>	۵۲/۰ <sup>a</sup>	۴۱/۰ <sup>a</sup>
ELTCC25	۱۰۳/۲۳ <sup>a</sup>	۱۰۵/۴۳ <sup>ab</sup>	۱/۰ <sup>fg</sup>	۸/۳۳ <sup>fg</sup>	۷/۳ <sup>c</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۳۱/۰ <sup>jk</sup>	۳۲/۲۳ <sup>e-i</sup>	۳۱/۰ <sup>jk</sup>	۳۲/۲۳ <sup>e-i</sup>
ELTCC28	۱۱۳/۶۷ <sup>cde</sup>	۱۰۶/۴۰ <sup>ab</sup>	۱۰/۹۷ <sup>ab</sup>	۱۰/۹۷ <sup>cd</sup>	۷/۲۳ <sup>c</sup>	۲/۰۰ <sup>e</sup>	۴۳/۰ <sup>f-i</sup>	۲۲/۹۳ <sup>e-h</sup>	۴۳/۰ <sup>f-i</sup>	۲۲/۹۳ <sup>e-h</sup>
ELTCC29	۱۰۴/۲۷ <sup>fgh</sup>	۹۶/۱۳ <sup>ab</sup>	۱۲/۵ <sup>a</sup>	۱۲/۵ <sup>a</sup>	۹/۳۳ <sup>a</sup>	۲/۰۰ <sup>f</sup>	۵۱/۰ <sup>abc</sup>	۳۰/۰ <sup>f-j</sup>	۵۱/۰ <sup>abc</sup>	۳۰/۰ <sup>f-j</sup>
ELTCC30	۱۲۵/۱۰ <sup>ab</sup>	۹۷/۵۷ <sup>ab</sup>	۹/۴ <sup>de</sup>	۹/۴ <sup>de</sup>	۹/۳۳ <sup>a</sup>	۱/۰۰ <sup>e</sup>	۴۷/۰ <sup>b-f</sup>	۳۴/۵۷ <sup>c-g</sup>	۴۷/۰ <sup>b-f</sup>	۳۴/۵۷ <sup>c-g</sup>
کویر	۱۰۵/۱۰ <sup>efg</sup>	۱۰۲/۲۳ <sup>ab</sup>	۱۰/۲۳ <sup>ab</sup>	۱۰/۲۳ <sup>cd</sup>	۸/۲۳ <sup>b</sup>	۵/۰ <sup>ghi</sup>	۴۲/۰ <sup>ghi</sup>	۳۵/۰ <sup>b-g</sup>	۴۲/۰ <sup>ghi</sup>	۳۵/۰ <sup>b-g</sup>
شیراز	۱۰۸/۹۳ <sup>def</sup>	۹۰/۲۰ <sup>b</sup>	۹/۵۱ <sup>de</sup>	۹/۵۱ <sup>de</sup>	۸/۹۳ <sup>gh</sup>	۴/۰ <sup>cd</sup>	۳۵/۰ <sup>kl</sup>	۳۶/۲۳ <sup>a-e</sup>	۳۵/۰ <sup>kl</sup>	۳۶/۲۳ <sup>a-e</sup>
LSD (5%)	۱۳/۸۴	۱۲/۸۴	۱۲/۸۴	۱۲/۸۴	۱/۰۲۹	۱/۰۲۹	۱/۰۲۹	۵/۱۰	۵/۱۰	۵/۱۰

## ادامه جدول ۳

Continue Table 3

عملکرد دانه (گرم)		عملکرد زیستی (گرم)		تعداد دانه در سنبله		تعداد سنبله در سنبله		ژنوتیپ
آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی	تنش	آبیاری عادی
۳۶۲/۰۰ <sup>a-d</sup>	۵۹۹/۰۵ <sup>de</sup>	۱۲/۰ <sup>ab</sup>	۱۲/۷ <sup>f</sup>	۳۸/۴۳ <sup>abc</sup>	۴۴/۰۳ <sup>bc</sup>	۱۶/۰۰ <sup>c-f</sup>	۲۵/۹۰ <sup>a</sup>	ELTCC1
۳۵۱/۵۷ <sup>a-d</sup>	۷۰/۷۰ <sup>cbd</sup>	۱۰/۱ <sup>a-d</sup>	۱۵/۱ <sup>c-f</sup>	۳۲/۴۰ <sup>d-g</sup>	۴۰/۰۲ <sup>d-h</sup>	۱۷/۰۷ <sup>cbd</sup>	۲۲/۳۳ <sup>f-i</sup>	ELTCC2
۳۲۱/۵۷ <sup>b-g</sup>	۶۹۱/۰۰ <sup>c-e</sup>	۸/۲ <sup>efg</sup>	۱۶/۴ <sup>def</sup>	۳۵/۹۰ <sup>a-d</sup>	۴۱/۲۳ <sup>b-g</sup>	۱۴/۹۳ <sup>c-g</sup>	۲۲/۲۷ <sup>b-g</sup>	ELTCC4
۲۳۴/۰۰ <sup>fgh</sup>	۶۹۶/۰۵ <sup>cbd</sup>	۹/۱ <sup>b-g</sup>	۱۴/۳ <sup>def</sup>	۲۵/۶ <sup>hij</sup>	۴۰/۰۷ <sup>c-g</sup>	۱۲/۱۸ <sup>g-j</sup>	۲۲/۲۳ <sup>d-h</sup>	ELTCC7
۴۲۸/۰۰ <sup>a</sup>	۶۶۸/۰۰ <sup>c-e</sup>	۱۱/۱ <sup>abc</sup>	۱۵/۰ <sup>def</sup>	۲۴/۰۳ <sup>j</sup>	۴۲/۰۸ <sup>bed</sup>	۱۲/۶۴ <sup>hij</sup>	۲۲/۰۰ <sup>a</sup>	ELTCC8
۴۴۵/۰۰ <sup>e-h</sup>	۷۷۳/۰۰ <sup>ab</sup>	۸/۱ <sup>fg</sup>	۱۹/۳ <sup>a</sup>	۴۰/۰۳ <sup>a</sup>	۳۷/۰۲ <sup>hij</sup>	۲۰/۰۰ <sup>a</sup>	۱۹/۶۰ <sup>jk</sup>	ELTCC9
۳۳۳/۰۰ <sup>a-f</sup>	۷۲۱/۰۵ <sup>abcd</sup>	۹/۴ <sup>c-g</sup>	۱۳/۱ <sup>f</sup>	۲۶/۰۰ <sup>hij</sup>	۳۹/۰۷ <sup>e-i</sup>	۱۳/۰۷ <sup>e-i</sup>	۲۱/۰۷ <sup>ghi</sup>	ELTCC10
۲۸۰/۰۰ <sup>d-h</sup>	۶۴۳/۰۰ <sup>cde</sup>	۱۰/۱ <sup>a-e</sup>	۱۳/۶	۲۸/۳۳ <sup>f-j</sup>	۴۲/۶۳ <sup>b-e</sup>	۱۴/۱۷ <sup>e-i</sup>	۲۵/۰۷ <sup>ab</sup>	ELTCC12
۴۲۲/۰۰ <sup>ab</sup>	۶۵۸/۰۰ <sup>c-e</sup>	۱۲/۴ <sup>a</sup>	۱۵/۰ <sup>def</sup>	۲۵/۲۷ <sup>ij</sup>	۴۸/۰۸ <sup>a</sup>	۱۰/۰۵ <sup>j</sup>	۲۴/۲۳ <sup>a-e</sup>	ELTCC15
۳۶۲/۵۷ <sup>a-d</sup>	۸۴۰/۰۰ <sup>a</sup>	۱۰/۱ <sup>a-e</sup>	۱۹/۰ <sup>a</sup>	۳۹/۰۴ <sup>ab</sup>	۳۵/۹۰ <sup>ij</sup>	۱۶/۰۴ <sup>c-e</sup>	۱۴/۰۳ <sup>m</sup>	ELTCC18
۲۹۱/۰۰ <sup>c-g</sup>	۶۷۵/۰۵ <sup>c-e</sup>	۹/۲ <sup>c-g</sup>	۱۷/۹ <sup>abc</sup>	۴۳/۱۳ <sup>b-e</sup>	۴۲/۲۷ <sup>b-f</sup>	۱۸/۰۷ <sup>ab</sup>	۲۳/۰۶ <sup>b-g</sup>	ELTCC19
۳۹۱/۵۷ <sup>ab</sup>	۷۳۹/۰۰ <sup>abc</sup>	۱۰/۱ <sup>a-e</sup>	۱۹/۲ <sup>a</sup>	۲۷/۰۸ <sup>g-j</sup>	۳۵/۶۲ <sup>ij</sup>	۱۱/۰۶ <sup>ij</sup>	۱۸/۷۷ <sup>kl</sup>	ELTCC20
۲۸۵/۵۷ <sup>c-h</sup>	۶۴۷/۰۵ <sup>c-e</sup>	۹/۰ <sup>c-g</sup>	۱۸/۱ <sup>ab</sup>	۲۸/۰۰ <sup>f-j</sup>	۴۹/۰۳ <sup>a</sup>	۱۳/۰۷ <sup>e-i</sup>	۲۴/۵۶ <sup>abcd</sup>	ELTCC21
۳۴۹/۰۰ <sup>a-d</sup>	۷۰/۰۵ <sup>cbd</sup>	۱۱/۱ <sup>abc</sup>	۱۶/۵ <sup>bed</sup>	۳۲/۸۲ <sup>d-g</sup>	۴۰/۰۵ <sup>c-h</sup>	۱۷/۰۷ <sup>a-d</sup>	۲۲/۰۳ <sup>efgh</sup>	ELTCC22
۲۷۲/۵۷ <sup>d-h</sup>	۷۴۹/۰۵ <sup>abc</sup>	۸/۱ <sup>cd-g</sup>	۱۹/۶ <sup>a</sup>	۲۶/۶۷ <sup>hij</sup>	۳۸/۰۳ <sup>f-i</sup>	۱۴/۰۳ <sup>c-h</sup>	۲۰/۰۳ <sup>ijkl</sup>	ELTCC24
۳۴۶/۰۰ <sup>a-d</sup>	۶۲۵/۰۵ <sup>cde</sup>	۹/۹ <sup>a-f</sup>	۱۶/۴ <sup>bed</sup>	۳۳/۰۲ <sup>c-f</sup>	۴۳/۰۳ <sup>bed</sup>	۱۷/۰۴ <sup>abc</sup>	۲۵/۰۴ <sup>ab</sup>	ELTCC25
۳۳۷/۵۷ <sup>a-e</sup>	۸۳۵/۰۰ <sup>a</sup>	۱۰/۱ <sup>a-f</sup>	۱۸/۰ <sup>ab</sup>	۲۵/۰۰ <sup>ij</sup>	۳۳/۰۶ <sup>j</sup>	۱۳/۰۷ <sup>e-i</sup>	۱۷/۰۷ <sup>1</sup>	ELTCC28
۱۸۵/۵۷ <sup>h</sup>	۷۳۳/۰۰ <sup>abc</sup>	۷/۶ <sup>fg</sup>	۱۶/۴ <sup>bcd</sup>	۲۶/۳۳ <sup>hij</sup>	۳۷/۰۳ <sup>ghi</sup>	۱۳/۰۷ <sup>g-j</sup>	۲۱/۰۷ <sup>jhi</sup>	ELTCC29
۲۲۳/۰۰ <sup>gh</sup>	۶۴۷/۰۰ <sup>cde</sup>	۷/۳ <sup>g</sup>	۱۳/۹ <sup>ef</sup>	۳۰/۰۸ <sup>d-h</sup>	۴۲/۰۳ <sup>b-f</sup>	۱۵/۰۴ <sup>c-g</sup>	۲۴/۰۸ <sup>abv</sup>	ELTCC30
۳۸۱/۵۷ <sup>abc</sup>	۵۶۷/۶۷ <sup>c</sup>	۹/۱ <sup>a-g</sup>	۱۵/۰ <sup>def</sup>	۳۰/۰۵ <sup>e-i</sup>	۴۱/۰۳ <sup>b-f</sup>	۱۴/۰۶ <sup>d-h</sup>	۲۴/۰۰ <sup>a-e</sup>	کویر
۲۶۷/۰۰ <sup>d-h</sup>	۶۷۹/۰۵ <sup>c-e</sup>	۸/۵ <sup>d-g</sup>	۱۶/۳ <sup>b-e</sup>	۲۵/۲۷ <sup>ij</sup>	۴۴/۰۷ <sup>b</sup>	۱۲/۶۴ <sup>hij</sup>	۲۶/۰۰ <sup>a</sup>	شیراز
۱۳۰/۲۶	۱۳۰/۲۶	۰/۲۶	۰/۲۶	۶/۰۲۴	۶/۰۲۴	۳/۰۶۷	۳/۰۶۷	LSD (5%)

جدول ۴- میانگین مربیات 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

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

\*، \*\* و ns: به ترتیب معنی داری در سطح یک درصد، پنج درصد و غیر معنی داری

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 تقریباً بالایی قرار داشت. با استفاده از شاخص SSI نیز می‌توان ژنوتیپ‌های حساس و متحمل را بدون توجه به پتانسیل عملکرد آن‌ها مشخص کرد (۱۷).

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

جدول ۵- مقایسه میانگین شرایط آبیاری عادی و تنش برای صفات فیزیولوژیکی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های تریتیکاله

کلروفیل کل تش	محتوای آب نسبی برگ (درصد)		آبیاری عادی تش	آبیاری عادی تش	آبیاری عادی تش	آبیاری عادی تش	آبیاری عادی تش	ژنوتیپ
	آبیاری عادی	آبیاری عادی						
۱۴/۰۳۰ <sup>a</sup>	۱۷/۴۱۸ <sup>f</sup>	.۰/۱۷۹ <sup>def</sup>	.۰/۰۷۸ <sup>e,j</sup>	.۰/۶۱۶ <sup>c,f,g</sup>	.۰/۰۸۹ <sup>def</sup>	.۰/۰۴۸ <sup>def</sup>	.۰/۱۱۸ <sup>ghi</sup>	ELTCC1
۱۴/۷۵۰ <sup>a</sup>	۱۷/۶۵۶ <sup>ef</sup>	.۰/۱۴۲ <sup>hg</sup>	.۰/۰۵۲ <sup>j</sup>	.۰/۰۵۸ <sup>h</sup>	.۰/۰۸۰ <sup>g</sup>	.۰/۰۳۵ <sup>h</sup>	.۰/۱۴۳ <sup>b-i</sup>	ELTCC2
۱۵/۰۳۰ <sup>a</sup>	۱۷/۹۰۲ <sup>ef</sup>	.۰/۱۷۷ <sup>def</sup>	.۰/۰۷۵ <sup>f-j</sup>	.۰/۶۱۰ <sup>e-h</sup>	.۰/۰۸۳ <sup>def</sup>	.۰/۰۴۸ <sup>c,f</sup>	.۰/۱۱۵ <sup>hi</sup>	ELTCC4
۱۴/۰۲۰ <sup>a</sup>	۱۸/۱۴۴ <sup>ef</sup>	.۰/۱۹۶ <sup>a-d</sup>	.۰/۰۸۰ <sup>a-d</sup>	.۰/۵۷۸ <sup>d</sup>	.۰/۰۸۵ <sup>c</sup>	.۰/۰۵۸ <sup>c</sup>	.۰/۱۴۳ <sup>c-i</sup>	ELTCC7
۱۴/۳۸۰ <sup>a</sup>	۱۹/۳۹۵ <sup>c-f</sup>	.۰/۱۷۳ <sup>def</sup>	.۰/۰۶۹ <sup>j-g</sup>	.۰/۰۵۹ <sup>gh</sup>	.۰/۰۸۳ <sup>def</sup>	.۰/۰۴۶ <sup>c</sup>	.۰/۱۰۹ <sup>i</sup>	ELTCC8
۱۴/۵۹۰ <sup>a</sup>	۱۹/۶۴۷ <sup>c-f</sup>	.۰/۱۳۱ <sup>hg</sup>	.۰/۰۵۷ <sup>ij</sup>	.۰/۰۴۳ <sup>k</sup>	.۰/۰۹۱ <sup>g</sup>	.۰/۰۳۱ <sup>i</sup>	.۰/۱۳۳ <sup>e-i</sup>	ELTCC9
۱۳/۹۸۰ <sup>a</sup>	۱۸/۶۱ <sup>def</sup>	.۰/۱۷۴ <sup>def</sup>	.۰/۰۷۰ <sup>g-j</sup>	.۰/۰۵۹ <sup>fgh</sup>	.۰/۰۸۳ <sup>def</sup>	.۰/۰۴۶ <sup>f</sup>	.۰/۱۱۰ <sup>i</sup>	ELTCC10
۱۴/۵۱۰ <sup>a</sup>	۱۹/۳۶۹ <sup>c-f</sup>	.۰/۱۱۹ <sup>h</sup>	.۰/۰۵۶ <sup>ij</sup>	.۰/۰۴۰ <sup>i</sup>	.۰/۰۹۹ <sup>g</sup>	.۰/۰۲۷ <sup>j</sup>	.۰/۱۱۴ <sup>hi</sup>	ELTCC12
۱۴/۴۷۱ <sup>a</sup>	۱۹/۶۱۲ <sup>c-f</sup>	.۰/۱۸۲ <sup>c-f</sup>	.۰/۰۸۳ <sup>d-u</sup>	.۰/۰۶۲ <sup>cf</sup>	.۰/۰۸۴ <sup>d-f</sup>	.۰/۰۴۹ <sup>c</sup>	.۰/۱۲۳ <sup>f-i</sup>	ELTCC15
۱۴/۴۳۰ <sup>a</sup>	۱۹/۴۳۳ <sup>c-f</sup>	.۰/۱۰۸ <sup>fg</sup>	.۰/۰۵۱ <sup>j</sup>	.۰/۰۵۰ <sup>i</sup>	.۰/۰۸۱ <sup>c,f,g</sup>	.۰/۰۴۱ <sup>g</sup>	.۰/۱۸۱ <sup>ab</sup>	ELTCC18
۱۴/۶۲۰ <sup>a</sup>	۱۹/۶۰۷ <sup>c-f</sup>	.۰/۰۹۳ <sup>abcd</sup>	.۰/۰۱۰ <sup>a-f</sup>	.۰/۰۶۶۸ <sup>d</sup>	.۰/۰۸۵ <sup>c</sup>	.۰/۰۵۳ <sup>a</sup>	.۰/۱۴۳ <sup>b-i</sup>	ELTCC19
۱۴/۴۱۰ <sup>a</sup>	۱۹/۲۵۵ <sup>c-f</sup>	.۰/۰۷۰ <sup>ab</sup>	.۰/۱۱۱ <sup>a-d</sup>	.۰/۰۷۲ <sup>bc</sup>	.۰/۰۸۹ <sup>abc</sup>	.۰/۰۵۹ <sup>cab</sup>	.۰/۱۷۱ <sup>a-e</sup>	ELTCC20
۱۴/۶۰۰ <sup>a</sup>	۱۹/۴۸۳ <sup>c-f</sup>	.۰/۱۳۹ <sup>hg</sup>	.۰/۰۸۰ <sup>c-h</sup>	.۰/۰۴۷ <sup>j</sup>	.۰/۰۷۹۹ <sup>g</sup>	.۰/۰۳۴ <sup>hi</sup>	.۰/۱۴۹ <sup>b-h</sup>	ELTCC21
۱۴/۸۸۰ <sup>a</sup>	۱۹/۸۵۵ <sup>b-e</sup>	.۰/۰۲۱ <sup>a</sup>	.۰/۰۱۶ <sup>ab</sup>	.۰/۰۷۳ <sup>bc</sup>	.۰/۰۸۷ <sup>ab</sup>	.۰/۰۶۰ <sup>a</sup>	.۰/۱۷۶ <sup>a-d</sup>	ELTCC22
۱۵/۰۷۰ <sup>a</sup>	۲۰/۰۹۱ <sup>b-e</sup>	.۰/۰۲۰ <sup>a-d</sup>	.۰/۰۱۱ <sup>ab</sup>	.۰/۰۶۹۷ <sup>cd</sup>	.۰/۰۸۱ <sup>bcd</sup>	.۰/۰۵۶۷ <sup>bc</sup>	.۰/۱۵۷ <sup>b-f</sup>	ELTCC24
۱۳/۹۷۰ <sup>a</sup>	۲۰/۰۹۱ <sup>a-d</sup>	.۰/۱۰۴ <sup>fg</sup>	.۰/۰۵۵ <sup>ij</sup>	.۰/۰۵۷ <sup>j</sup>	.۰/۰۸۱۴ <sup>fd</sup>	.۰/۰۳۹۷ <sup>g</sup>	.۰/۱۴۰ <sup>d-i</sup>	ELTCC25
۱۴/۱۳۰ <sup>a</sup>	۲۱/۱۷۷ <sup>abc</sup>	.۰/۰۹۵ <sup>a-d</sup>	.۰/۰۱۰ <sup>a-d</sup>	.۰/۰۷۶ <sup>d</sup>	.۰/۰۸۵ <sup>c</sup>	.۰/۰۵۴ <sup>dc</sup>	.۰/۱۴۳ <sup>b-i</sup>	ELTCC28
۱۴/۲۹۰ <sup>a</sup>	۲۱/۳۵۲ <sup>abc</sup>	.۰/۰۲۰ <sup>abc</sup>	.۰/۰۱۱ <sup>a</sup>	.۰/۰۷۰ <sup>b</sup>	.۰/۰۸۷ <sup>ab</sup>	.۰/۰۶۱ <sup>a</sup>	.۰/۱۷۸ <sup>abc</sup>	ELTCC29
۱۵/۰۹۰ <sup>a</sup>	۲۱/۵۹۷ <sup>abc</sup>	.۰/۱۸۵ <sup>c-a</sup>	.۰/۰۰۸ <sup>b-g</sup>	.۰/۰۶۳۷ <sup>c</sup>	.۰/۰۸۴ <sup>b-e</sup>	.۰/۰۵۰ <sup>d-e</sup>	.۰/۱۲۸ <sup>f-i</sup>	ELTCC30
۱۵/۷۶۰ <sup>a</sup>	۲۱/۸۲۲ <sup>ab</sup>	.۰/۰۲۰ <sup>a-d</sup>	.۰/۰۱۹ <sup>a</sup>	.۰/۰۷۹۴ <sup>a</sup>	.۰/۰۸۹ <sup>a</sup>	.۰/۰۵۷ <sup>abc</sup>	.۰/۰۲۰ <sup>a</sup>	کویر
۱۶/۲۰۰ <sup>a</sup>	۲۲/۹۵۴ <sup>a</sup>	.۰/۰۰۰ <sup>a-d</sup>	.۰/۰۱۴ <sup>abc</sup>	.۰/۰۶۹۱ <sup>d</sup>	.۰/۰۸۰ <sup>c</sup>	.۰/۰۵۶ <sup>bc</sup>	.۰/۰۱۵ <sup>b-g</sup>	شیراز
۳/۶۱۲۰	۳/۶۱۲	.۰/۰۲۹	.۰/۰۲۹	.۰/۰۲۹	.۰/۰۲۹	.۰/۰۳۸	.۰/۰۳۸	LSD (5%)

در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت آماری در سطح اختلال % می‌باشد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اثر تنش روی همه صفات مورفو-فیزیولوژیک مورد بررسی معنی دار بود که بینگر تنواع ژنتیکی بالا بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ پاسخ به تنش کم آبی می‌باشد. تنش کم آبی باعث کاهش ارتفاع ساق، طول سنبله، تعداد پنجه در بوته، وزن هزار دانه، تعداد سنبله 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.

بر اساس شاخص حساسیت به تنش یا SSI که مقادیر کمتر آن به منزله تحمل بیشتر ژنوتیپ مربوطه می‌باشد. 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. به طور کلی، ژنوتیپ‌های ELTCC1 و ELTCC15 می‌توان ژنوتیپ‌های مطلوب معرفی کرد که بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت همچنین عملکرد در شرایط تنش و آبیاری عادی مناسب هستند.

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

رُنوتیپ	بر اساس STI	STI	رتبه ژنوتیپ‌ها بر اساس SSI	SSI	رتبه ژنوتیپ‌ها بر اساس SSII	عملکرد در آبیاری عادی (گرم)	عملکرد در تنش (گرم)
ELTCC1	.16590	.16590	21	.07806	.09945	799/5	283
ELTCC10	.05067	.05067	13	.09945	.10426	721/5	333
ELTCC12	.03797	.03797	4	.10426	.06624	633	280
ELTCC15	.05856	.05856	16	.06624	.06588	658	422
ELTCC18	.06425	.06425	20	.10495	.10495	840	362/67
ELTCC19	.04146	.04146	8	.10513	.09282	675/5	291
ELTCC2	.05244	.05244	15	.09282	.09282	707	351/67
ELTCC20	.05105	.05105	19	.08680	.08680	779	391/67
ELTCC21	.03901	.03901	6	.10321	.10321	647/5	285/67
ELTCC22	.05193	.05193	14	.09333	.09333	705/5	349
ELTCC24	.04326	.04326	9	.11725	.11725	749/5	273/67
ELTCC25	.04565	.04565	10	.08253	.08253	625/5	346
ELTCC28	.05947	.05947	17	.11000	.11000	835	337/67
ELTCC29	.02874	.02874	1	.13797	.13797	734	185/67
ELTCC30	.03043	.03043	2	.12113	.12113	647	223
ELTCC4	.04688	.04688	12	.09871	.09871	691	221/67
ELTCC7	.03428	.03428	3	.12246	.12246	694/6	234
ELTCC8	.06030	.06030	18	.06635	.06635	668	428
ELTCC9	.03994	.03994	7	.12615	.12615	773	245
کویر	.04570	.04570	11	.08601	.08601	557/57	281/67
شیراز	.03826	.03826	5	.11212	.11212	679/5	267

### تشکر و قدردانی

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

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 به عنوان ژنوتیپ متحمل به کم آبی معرفی نمود، هرچند برای اثبات این ادعا بهتر است این تحقیق حداقل در دو سال متوالی تکرار گردد.

### منابع

- 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).
- 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.
- 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.
- Baire, A.C. 1991. Triticale in the warmer areas. CIMMYT. Mexico.
- Bihamta, M.R., M. Shirkavand, J. Hasanzadeh 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).
- Blum, A. 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press. Boca Raton, FL, USA.
- 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.
- 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.
- 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 Physiology*, 126: 1024-1030.
- Boyer, J.S. 1968. Relationship of water potential to growth of leaves. *Plant Physiology*, 43(7): 1056-106.
- 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 alluvial Es 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 chickpea 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 CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, 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. José, 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 Improvement 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. Garciadel 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. Safaei, H. and H. Ghadiri. 1996. Soil water stress effects on some morphological and physiological six wheat (*Triticum aestivum* 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-Physiological Characteristics in Some Triticale Genotypes

Mahboobeh Tondroo<sup>1</sup>, Asad Masoumiasl<sup>2</sup>, Masoud Dehdari<sup>3</sup> and Hamidreza Khadem Hamzeh<sup>4</sup>

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 traits 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