"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سیزدهم، شماره ٤ زمستان ۱۳۹۰

اثر تنش شوری بر صفات مورفو - فیزیولوژیک لاین‌های تریتیکاله
Effect of salinity stress on morpho-physiological traits of triticale lines

مریم صالحی[۱] و احمد ارزانی[۲]

چکیده

صالحی، م. و ا. ارزانی. ۱۳۹۰. اثر تنش شوری بر صفات مورفو - فیزیولوژیک لاین‌های تریتیکاله. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۳(٤): ۷۱۱-٦۹۷.**

به منظور بررسی خصوصیات مورفو - فیزیولوژیک ۱۸ لاین تریتیکاله مشتمل بر نه لاین دابل‌هاپلوئید و نه لاین F_8 خواهری در مقایسه با دو رقم گندم روشن (متحمل به خشکی) و کویر (متحمل به شوری) در شرایط بدون تنش و تنش شوری، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط محیطی (عدم تنش و تنش شوری) در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان اجرا شد. در هر دو شرایط محیطی، تا اواسط مرحله ساقه روی‌آبیاری با آب غیر شور انجام شده و پس از آن در آزمایش شوری آبیاری با آب شور (هدایت الکتریکی ١٦ دسی زیمنس بر متر) انجام گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل مساحت برگ پرچم، زاویه برگ پرچم، میزان لوله‌ای شدن برگ پرچم، محتوای آب نسبی برگ، طول ریشک، وزن خشک ریشک، طول پدانکل، وزن خشک پدانکل و عملکرد دانه بودند. نتایج نشان داد که در هر دو شرایط محیطی، همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری بین عملکرد دانه با مساحت برگ پرچم، محتوای نسبی آب برگ و وزن خشک پدانکل وجود داشت. لاین‌های تریتیکاله از طول و وزن خشک ریشک، طول و وزن خشک پدانکل و مساحت برگ پرچم بیشتری نسبت به ارقام گندم برخوردار بودند. نتایج مقایسات متعامد نشان داد که لاین‌های تریتیکاله در هر دو شرایط محیطی برتر از دو گندم روشن (متحمل به خشکی) و کویر (متحمل به شوری) بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: تریتیکاله، تنش شوری، گندم، محتوای آب نسبی برگ، مساحت برگ پرچم، وزن خشک پدانکل و وزن خشک ریشک.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۲/۱۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: a_arzani@cc.iut.ac.ir)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

مقدمه

مطالعه تحمل گیاه به تنش‌های محیطی، نقش مهمی در جلوگیری از کاهش رشد و عملکرد محصولات زراعی دارد. شوری از مشکلات عمده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است و برآوردها حاکی از این است که بیش از ۲۰ درصد از زمین‌های فاریاب جهان تحت تأثیر سطوح مختلف شوری هستند (Ashraf, 1994). در حدود ۱۵ درصد از اراضی کشور (حدود ۲۵ میلیون هکتار) تحت تأثیر شوری قرار دارد که ۳۲۰۰۰۰ هکتار آن در استان اصفهان قرار دارد (Feizi 1993). مدیریت خاک‌های شور از طریق روش‌هایی مانند اصلاح خاک، زهکشی و بهبود روش‌های آبیاری، اگرچه قادر به کاهش میزان شوری و جلوگیری از گسترش خاک‌های شور می‌باشد، اما برای غلبه بر شوری اغلب گرانقیمت و در عین حال کوتاه مدت محسوب می‌شوند. اصلاح نباتات روشی پایدار است که از طریق ایجاد ارقام متحمل به شوری، اثرات زیان بار شوری را به حداقل می‌رساند (Shannon, 1997).

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 مورفولوژیکی گیاه تجلی می‌یابد (Wallance *et al*., 1972). غربالگری برای صفت تحمل به شوری در شرایط کنترل شده و با استفاده از صفات فیزیولوژیک نسبت به انتخاب برای عملکرد و اجزای آن در شرایط شوری، می‌تواند مؤثرتر باشد (Flowers and Yeo, 1995).

انعطاف پذیری سطح برگ معیار مهمی است که گیاه تحت تنش از طریق آن کنترل خود را بر مصرف آب حفظ می‌کند (Blum, 1996). به طورکلی گسترش اندازه سلول‌ها رابطه نزدیکی با فشار آماس دارد، بدین صورت که یک حداقل فشار آماس برای بزرگ شدن سلول لازم است (Croser *et al*., 2001). تنش اسمزی ناشی از شوری، آستانه فشار آماس لازم برای رشد سلول‌های برگ را افزایش داده و در نهایت منجر به کاهش سطح برگ می‌شود (Croser *et al*., 2001). کاهش سطح برگ به واسطه شوری باعث کاهش میزان فتوسنتز گیاه می‌شود (Munns and Tester, 2008). محتوای آب نسبی (RWC) به عنوان معیاری قابل اعتماد برای اندازه‌گیری وضعیت آب در بافت‌های گیاهی محسوب شده و از این نظر نسبت به پتانسیل آب سلول برتری دارد (Schonfield *et al*., 1988)، زیرا محتوای آب نسبی برگ از طریق ارتباط مستقیم با حجم سلول می‌تواند تعادل بین آب گیاه و سرعت تعرق را بهتر نشان دهد (Flower and Ludlow, 1986). با توجه به اینکه در اغلب گیاهان، سازگاری اسمزی اتفاق می‌افتد، محتوای مواد حل شونده سلول در شرایط شور نسبت به شرایط غیرشور، به واسطه تجمع یون‌های سدیم و کلر (Na^+، Cl^-) و همچنین مواد غیرآلی، بالاتر است. نتایج مطالعات در گندم و جو نشان داده است که با وجود اینکه در شرایط تنش شوری پتانسیل آماس تغییر نکرد ولی محتوای آب نسبی کاهش یافت (Munns *et al*., 2006).

تریتیکاله (X. *Triticosecale* Wittmack) موفق‌ترین گیاه غلاتی ساخت بشر است که با هدف بدست آوردن محصولی با کیفیت برتر والد گندم و دارای تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده والد چاودار تولید شده‌است (Lelly, 2006). با توجه به تلاش‌های متمرکزی که در این زمینه انجام شده است، ارقام جدید تریتیکاله با بهترین ارقام گندم از نظر ظرفیت عملکرد تحت شرایط مطلوب برابربوده، ولی در انواع خاک‌های حاشیه‌ای پر محصول‌تر از گندم هستند (Ammar *et al*, 2004).

روش دابل‌هاپلوئیدی در حال حاضر در برنامه‌های اصلاحی تعدادی از گونه‌های زراعی استفاده می‌شود. برای هر صفت پیچیده ژنتیکی، کار با ژنوتیپ‌های با هموزیگوسیتی بالا همانند تولید با روش دابل‌هاپلوئیدی، خصوصاً تحت شرایط تنش شوری،

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

دارای مزیت است، بنابراین لاین‌های دابل‌هاپلوئید مشتق شده از دانه گرده هیبریدهای F_1 حاصل از والدین متحمل به شوری، ابزار نوید دهنده‌ای برای تحمل به شوری رقم‌های گیاهی محسوب می‌شوند (Arzani, 2008).

این آزمایش بمنظور ارزیابی ارقام تریتیکاله از لحاظ صفات مورفو - فیزیولوژیک در شرایط مزرعه‌ای شور، مقایسه آن‌ها با دو رقم گندم نان کویر (رقم متحمل به شوری) و روشن (رقم متحمل به خشکی) و مقایسه واکنش لاین‌های F_8 با لاین‌های دابل‌هاپلوئید خواهری آن به تنش شوری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در لورک نجف‌آباد در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در قالب دو آزمایش جداگانه به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو نوع آب آبیاری (آب مزرعه تحقیقاتی لورک با هدایت الکتریکی یک دسی زیمنس بر متر و آب تهیه شده با غلظت ۱۷۵ میلی‌مولار نمک طعام معادل با هدایت الکتریکی ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر) با استفاده از ۹ لاین F_8 و ۹ لاین دابل‌هاپلوئید خواهری تریتیکاله (تهیه شده توسط دکتر نورمن داروی، موسسه اصلاح‌نباتات، دانشگاه سیدنی، استرالیا) حاصل از تلاقی PolonyQ/TW179، همراه با دو رقم گندم نان روشن (رقم متحمل به خشکی) و کویر (رقم متحمل به شوری) انجام شد.

هر کرت شامل ۴ ردیف ۳ متری با فاصله خطوط ۲۵ سانتیمتری بود و با تراکم ۳۰۰ بوته در متر مربع کشت شد. در هر دو آزمایش تا اواسط مرحله ساقه رفتن (Zadoks 43)، آبیاری با استفاده از آب غیر شور با هدایت الکتریکی یک دسی زیمنس بر متر تا حد ظرفیت زراعی خاک و بر اساس ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر مرکز هواشناسی نجف‌آباد انجام گردید (بافت خاک لوم رسی- سیلتی، pH=۷/۳-۷/۸ و $dS.m^{-1}$ EC=۱/۱-۱/۲). در این آزمایش، تنش شوری از اواسط مرحله ساقه رفتن گیاه اعمال شد. برای اعمال تنش شوری آبیاری با آب شور با غلظت ۱۷۵ میلی‌مولار نمک طعام معادل هدایت الکتریکی ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر انجام گرفت. میانگین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متر قبل از اعمال تنش ۱/۷ دسی‌زیمنس بر متر بود که بعد از پنج نوبت آبیاری با آب شور به ۵/۹ دسی‌زیمنس بر متر رسید (جدول ۱).

جدول ۱- مقادیر هدایت الکتریکی و کاتیون‌های محلول عصاره اشباع خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک

Table 1. Electrical conductivity (EC) and soluble cations of the saturated soil extract in the depth of 30 cm

	EC ($dS.m^{-1}$)		pH		$Mg^{2+} + Ca^{2+}$ ($meq.l^{-1}$)		Na^{+} ($meq.l^{-1}$)	
بلوک Replication	بدون تنش Non stress	تنش شوری Salinity stress	بدون تنش Non stress	تنش شوری Salinity stress	بدون تنش Non stress	تنش شوری Salinity stress	بدون تنش Non stress	تنش شوری Salinity stress
1	1.6	6.1	7.8	7.5	7	24	9	49
2	1.8	5.8	7.9	7.6	7.5	22	10.5	42
3	1.8	5.8	7.9	7.6	7.5	22	10.5	42

صفات گیاهی مورد بررسی شامل مساحت برگ پرچم، زاویه برگ پرچم، میزان لوله‌ای شدن برگ پرچم، محتوای آب نسبی برگ، طول ریشک، وزن خشک ریشک، طول پدانکل، وزن خشک پدانکل و عملکرد دانه بودند.

مساحت برگ‌ها: با استفاده از رابطه پیشنهادی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

راوسون و همکاران (Rawson *et al.*, 1988) روی ۲۰ برگ پرچم در اواسط گرده‌افشانی به صورت زیر محاسبه شد.

(۱) ۰/۷۵ × عرض برگ × طول برگ = مساحت برگ

زاویه برگ پرچم: این صفت با استفاده از نقاله بر روی ۲۰ برگ پرچم در اواسط مرحله گرده‌افشانی اندازه‌گیری شد. برای این کار زاویه بین برگ و ساقه اصلی در محل یقه اندازه‌گیری شد.

میزان لوله‌ای شدن برگ پرچم: این صفت به صورت مشاهده‌ای و بر حسب صفر تا ۳ در اواسط دانه‌بندی امتیازدهی شد، به این ترتیب که صفر= فاقد لوله‌ای شدن، ۱= لوله‌ای شدن کم، ۲= لوله‌ای شدن متوسط و ۳= لوله‌ای شدن زیاد بود.

محتوای آب نسبی برگ (RWC): این صفت بر اساس روش ریتچی و همکاران (Ritchi *et al.*, 1990) در مرحله گرده‌افشانی و بر روی ۱۰ برگ پرچم که به طور تصادفی انتخاب شدند در ساعت ۱۱ صبح، با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RWC(\%)= (FW - DW / TW - DW) \times 100 \qquad (۲)$$

در این رابطه FW= وزن تر برگ ، DW= وزن خشک برگ (خشکاندن به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) و TW= وزن آماس برگ بعد از ۴ ساعت قرار دادن در آب مقطر، می‌باشند.

طول و وزن خشک ریشک: طول ریشک در مرحله رسیدگی روی ۲۰ ریشک اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که از انتهای گلوم تا انتهای ریشک با استفاده از خط کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه وزن خشک ریشک ۲۰ ریشک که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، به مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشکانده شده و سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد.

طول و وزن خشک پدانکل: طول پدانکل در هنگام رسیدگی روی ۲۰ پدانکل که به طور تصادفی انتخاب شده بودند، اندازه‌گیری شد. به این ترتیب که طول آن از زیر خوشه تا اولین گره با استفاده از خط کش اندازه‌گیری شد. برای محاسبه وزن خشک پدانکل، وزن ۲۰ پدانکل پس از خشکاندن در آون به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه واریانس مرکب صفات پس از انجام آزمون بارتلت برای همگن بودن خطای آزمایشی صورت گرفت. همچنین تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در هر یک از دو محیط آزمایشی شامل تنش شوری و بدون تنش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت جداگانه انجام شد. برای مقایسات گروهی ژنوتیپ‌ها شامل مقایسه لاین‌های F_8 در مقابل لاین‌های دابل‌هاپلوئید و همچنین مقایسه لاین‌های تریتیکاله در مقابل دو رقم گندم (روشن و کویر) از مقایسات متعامد (اورتوگنال) استفاده شد. به منظور تعیین روابط بین صفات، همبستگی فنوتیپی محاسبه گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS Institute, 1994) انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مرتبط با برگ پرچم

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای صفات مرتبط با برگ پرچم نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر صفات مساحت، زاویه و میزان لوله‌ای شدن برگ پرچم داشت. اثر متقابل ژنوتیپ و تنش شوری نیز برای مساحت و زاویه برگ پرچم معنی‌دار بود (جدول ۲) که نشان دهنده عکس العمل متفاوت لاین‌های مورد بررسی به شرایط تنش بوده است. در اثر تنش شوری مساحت و زاویه برگ پرچم کاهش و میزان لوله‌ای شدن برگ پرچم افزایش یافت (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس در هر دو شرایط محیطی نشان دهنده اختلاف معنی‌دار ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای کلیه صفات مرتبط با برگ پرچم بود (جدول ۳).

میانگین مساحت برگ پرچم در شرایط بدون تنش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

و تنش شوری به ترتیب۲۹/۷ و ۲۳/۸ سانتی‌متر مربع بود (جدول ۴). بیشترین مقدار مساحت برگ پرچم در شرایط بدون تنش و تنش شوری به ترتیب ۳۶/۸ (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۸) و ۲۹/۶ (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۸) و کمترین مقادیر آن در شرایط بدون تنش و تنش شوری به ترتیب ۲۱/۸ (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۴) و ۱۷/۲ (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۴) بود. این نتایج با گزارش مونز و همکاران (Munns *et al.*,1982) که بیان داشتند در شوری زیاد، کاهش در طول برگ بعنوان آشکارترین واکنش گیاه ناشی از تنش‌های محدود کننده رشد ریشه، به خصوص تنش آب می‌باشد، هماهنگی دارد. در همین راستا بیمارائو و همکاران (Beemarao *et al.*, 2007) بیان کردند که در اثر تنش خشکی کاهش سطح برگ از طریق کاهش در فتوسنتز، یکی از عوامل مهم در کاهش عملکرد می‌باشد. برخی محققین نیز کاهش سطح برگ را نتیجه کاهش تقسیم سلولی، عده‌ای آن را ناشی از کاهش اندازه سلول‌ها و برخی دیگر به دلیل تغییر سطح هورمونی که از ریشه به برگ ارسال می‌شود، گزارش کرده‌اند (Hawkins and Lewis, 1993). اسید آبسیزیک بارزترین هورمون کاهش رشد محسوب می‌شود، زیرا پس از تنش خشکی و شوری به وفور در آوند چوبی یافت می‌شود، با این حال هنوز دلیل کافی مبنی بر این که اسید آبسیزیک تنها علامت هورمونی ریشه باشد، وجود ندارد (Munns, 2005).

در هر دو شرایط محیطی تنش شوری و عدم تنش شوری میانگین مساحت برگ پرچم لاین‌های تریتیکاله به طور معنی‌داری بیشتر از میانگین ارقام گندم بود (جدول‌های ۳ و ۴). لاین‌های F_8 و دابل‌هاپلوئید از نظر مساحت برگ در شرایط بدون تنش اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی در شرایط تنش شوری لاین‌های دابل‌هاپلوئید میانگین مساحت برگ پرچم بیشتری داشتند (جدول‌های ۳ و ۴). در هر دو شرایط محیطی مساحت برگ دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد بود و به نظر می‌رسد که افزایش سطح برگ به عنوان سطح فتوسنتز کننده اصلی، منجر به افزایش عملکرد دانه شده است.

میانگین زاویه برگ ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط بدون تنش ۴۵/۹ درجه و در شرایط تنش شوری ۳۳/۳ درجه بود (جدول ۴). دامنه تغییرات زاویه برگ پرچم در شرایط بدون تنش ۳۶/۲ (لاین F_8 شماره ۱) تا ۶۳/۱ درجه (رقم روشن) و در شرایط تنش شوری بین ۲۷/۲ (لاین F_8 شماره ۶) و ۴۲ درجه (لاین F_8 شماره ۴) متغیر بود. زاویه برگ عامل مهم تعیین کننده نفوذ و جذب تابش در داخل پوشش گیاهی است و به طورکلی برگ‌هایی که در معرض تنش آبی قرار می‌گیرند، زاویه برگ آن‌ها کاهش می‌یابد (Hay and Porter, 2006). در شرایط بدون تنش، میانگین زاویه برگ تریتیکاله (۴۴/۸ درجه) نسبت به گندم (۵۶/۲ درجه) کمتر بود (جدول ۴). تفاوت بین لاین‌های F_8 و دابل‌هاپلوئید از نظر صفت زاویه برگ پرچم در شرایط تنش شوری معنی‌دار نبود، ولی در شرایط بدون تنش، لاین‌های دابل‌هاپلوئید از میانگین زاویه برگ پرچم بیشتری برخوردار بودند (جدول‌های ۳ و ۴).

در شرایط بدون تنش، زاویه برگ پرچم همبستگی فنوتیپی منفی و معنی‌داری ($r= -۰/۵۳^*$) با عملکرد دانه دارا بود. به نظر می‌رسد که زاویه کمتر برگ پرچم باعث نفوذ بیشتر تابش به داخل پوشش گیاهی می‌شود و در نتیجه عملکرد دانه افزایش می‌یابد.

میزان لوله‌ای شدن برگ پرچم در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه تحت تأثیر تنش شوری ۶۲/۹ درصد افزایش یافت (جدول ۴). در شرایط بدون تنش لاین‌های F_8 شماره ۳ و ۷ بیشترین و رقم روشن کمترین میزان لوله‌ای شدن (فاقد لوله‌ای شدن) و در شرایط تنش شوری لاین F_8 شماره ۶ و لاین‌های دابل‌هاپلوئید شماره ۵، ۶، ۷ و ۹ بیشترین و رقم روشن

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات گیاهی مرتبط با برگ پرچم، محتوای آب نسبی برگ (RWC) و طول ریشک در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله در شرایط تنش شوری و بدون تنش

Table 2. Combined analysis of variance for plant characteristic related to flag leaf, relative water content (RWC) and length of awn in wheat and triticale genotypes under salt-stressed and non-stressed conditions

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS) مساحت برگ پرچم Flag leaf area	زاویه برگ پرچم Flag leaf angle	لوله‌ای شدن برگ پرچم Flag leaf rolling	RWC	طول ریشک Length of awn
Environment (E)	محیط	1	1052.6**	4795.5**	20.83**	3199.7**	4.17**
Replication(E)	بلوک (محیط)	4	5.14*	11.18ns	0.53ns	12.09**	0.05ns
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	98.17**	125.56**	1.88**	60.08**	11.23**
G × E	ژنوتیپ × محیط	19	6.52**	74.12**	0.54ns	22.24**	0.27*
Error	خطای آزمایش	76	1.51	6.84	0.32	1.97	0.14
C.V(%)	ضریب تغییرات		4.60	6.60	32.78	2.02	5.16

ns: Not significant — ns: غیر معنی‌دار

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively — * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول۳- نتایج تجزیه واریانس صفات گیاهی مرتبط با برگ پرچم، محتوای آب نسبی برگ و طول ریشک در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله در شرایط بدون تنش و تنش شوری

Table 3. Analysis of variance for plant characteristic related to flag leaf, relative water content (RWC) and length of awn in wheat and triticale genotypes under non-stressed and salt-stressed conditions

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS) مساحت برگ پرچم Flag leaf area	زاویه برگ پرچم Flag leaf angle	لوله‌ای شدن برگ پرچم Flag leaf rolling	RWC	طول ریشک Length of awn
Replication	بلوک	2	8.80** (1.48n.s)	2.64ns (19.73n.s)	0.12ns (0.95n.s)	5.15ns (19.02**)	0.15ns (0.0002n.s)
Genotype	ژنوتیپ	19	59.36** (45.33**)	136.55** (63.13**)	1.24** (1.17**)	27.26** (55.07**)	5.90** (5.56**)
F_8 lines	لاین‌های F_8	8	34.04** (27.70**)	37.62** (76.04**)	0.79* (0.12n.s)	30.46** (31.73**)	1.12** (1.52**)
Double haploid lines	لاین‌های دابل‌هاپلوئید	8	69.12** (55.67**)	136.18** (58.99**)	0.81n.s (0.50n.s)	20.07** (56.08**)	0.88** (1.02**)
Double haploid vs.F_8	F_8 در مقابل دابل‌هاپلوئید	1	1.04ns (7.44*)	213.05** (11.70n.s)	1.85* (0.02n.s)	31.94** (82.39**)	1.19** (1.41**)
Wheat cultivars	ارقام گندم	1	0.49ns (3.82n.s)	284.28** (104.42**)	0.17ns (2.67**)	1.41ns (68.61**)	43.58** (39.32**)
Wheat vs. triticale	گندم در مقابل تریتیکاله	1	300.98** (83.10**)	706.67** (3.11n.s)	8.82** (14.67**)	80.21** (92.80**)	51.39** (44.61**)
Error	خطای آزمایش	38	1.40 (1.63)	6.01 (7.67)	0.29 (0.35)	1.78 (2.16)	0.13 (0.16)
C.V(%)	ضریب تغییرات		3.98(5.36)	5.34(8.32)	41.05 (27.65)	1.78 (2.28)	4.90 (5.69)

ns: Not significant — ns: غیر معنی‌دار

*and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively — * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

Data in parenthesis are related to salt stressed conditions — اعداد داخل پرانتز مربوط به شرایط تنش هستند

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

کمترین میزان لوله‌ای شدن برگ (فاقد لوله‌ای شدن) را داشتند. در هر دو شرایط محیطی (تنش شوری و بدون تنش) ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله از لحاظ این صفت تفاوت بسیار معنی‌دار داشتند، ضمن این که لوله‌ای شدن برگ در ژنوتیپ‌های تریتیکاله بیشتر از گندم بود. در شرایط بدون تنش مقدار لوله‌ای شدن برگ پرچم در لاین‌های F_8 بیشتر از لاین‌های دابل‌هاپلوئید بود و این اختلاف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، ولی در شرایط تنش شوری این اختلاف معنی‌دار نبود (جدول‌های ۳ و ۴). لوله‌ای شدن برگ بهترین نشانه ظاهری شناخته شده تنش آبی در غلات است (Blum, 1989) که ناشی از آماس سلول‌های حبابی شکل است که منجر به کاهش قابل ملاحظه‌ای در تعرق می‌شود (Monneveux and Belhassen, 1996).

در شرایط تنش شوری لوله‌ای شدن برگ دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری (r= ۰/۵۵*) با عملکرد دانه بود. لوله‌ای شدن برگ موجب کاهش بار انرژی و تعرق می‌شود (Blum, 1989, Monneveux and Belhassen, 1996) و بنابراین حفظ عملکرد گیاه در شرایط تنش را به همراه خواهد داشت.

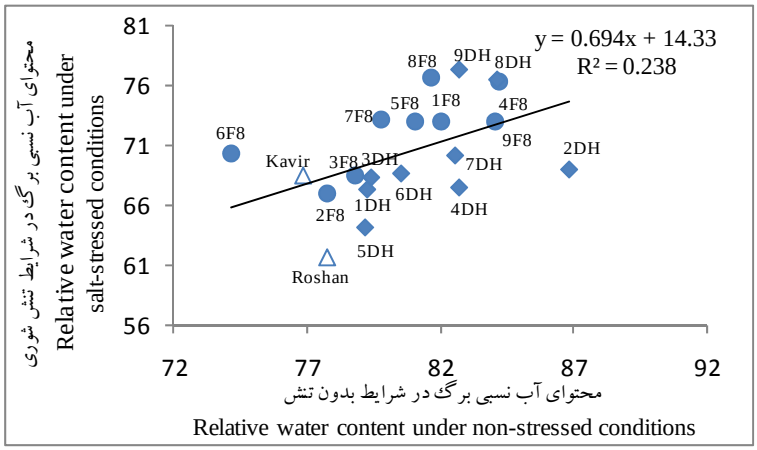
محتوای آب نسبی برگ

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر صفت محتوای آب نسبی برگ داشته است. ضمن این که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز برای این صفت معنی‌دار بوده است (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس در هر دو شرایط محیطی نشان داد که اختلاف بین ژنوتیپ‌ها برای این صفت معنی‌دار بوده است (جدول ۳). میانگین این صفت در شرایط بدون تنش ۸۰/۸ درصد و در شرایط تنش شوری ۷۰/۴ درصد بود (جدول ۴) و میزان آب نسبی ژنوتیپ‌های مورد بررسی تحت تنش شوری کاهش نشان داد. این نتایج با یافته‌های منگوز و همکاران (Meneguzzo *et al.*, 2000) و راسیکو و همکاران (Rascio *et al.*, 2001) که کاهش میزان آب اندام هوایی ناشی از تنش شوری در گندم راگزارش کردند، هماهنگی دارد. این کاهش ناشی از کاهش جذب آب برای تنظیم اسمزی در پی تنش شوری می‌باشد (Ashraf, 1994). از طرف دیگر افزایش تجمع یون‌ها به ویژه سدیم و کلر می‌تواند در کاهش میزان آب نسبی مؤثر باشد (Munns 2006). دامنه تغییرات این صفت در شرایط بدون تنش بین ۷۴/۲ درصد برای لاین لاین F_8 شماره ۶ و ۸۶/۸ درصد برای لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۲ بود. در شرایط تنش شوری بیشترین مقدار RWC متعلق به لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۹ با میانگین ۷۷/۲ درصد و کمترین آن به رقم روشن با میانگین ۶۱/۷ درصد بود. در هر دو شرایط محیطی تریتیکاله نسبت به گندم از نظر این صفت بهتر بود. در شرایط بدون تنش میانگین محتوای آب نسبی در تریتیکاله ۸۱/۱ درصد و در گندم ۷۷/۳ درصد و در شرایط تنش شوری در تریتیکاله ۷۱ درصد و در گندم ۶۵/۱ درصد بود (جدول ۴). تفاوت بین لاین‌های F_8 و دابل‌هاپلوئید در هر دو شرایط محیطی معنی‌دار بود (جدول ۳)، به طوری که در شرایط بدون تنش لاین‌های دابل‌هاپلوئید و در شرایط تنش شوری لاین‌های F_8 از محتوای آب نسبی بالاتری برخوردار بودند (جدول ۴). در سلول گیاهی حجم آب و میزان مواد محلول در آن پتانسیل محلول درون سلولی را تعیین می‌کند (Schonfield *et al.*, 1988)، بنابراین دو ژنوتیپ که دارای میزان آب نسبی متفاوتی بودند، چنانچه دارای پتانسیل سلولی یکسانی باشند، ممکن است بتوان نتیجه گرفت که سلول‌های ژنوتیپ با میزان آب نسبی بیشتر، بتوانند مواد بیشتری در خود اندوخته و در تنظیم اسمزی موفق‌تر عمل کنند. بنابراین بخشی از کاهش در محتوای آب نسبی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در پی اعمال تنش شوری را می‌توان ناشی از افزایش غلظت محتوای سلولی جهت تنظیم اسمزی دانست.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

در هر دو شرایط محیطی محتوای آب نسبی برگ دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه (r=۰/۷۵** در شرایط بدون تنش و r=۰/۵۰* در شرایط تنش شوری) بود. محتوای آب نسبی برگ از شاخص‌های مرتبط با فتوسنتز است که با فتوسنتز و عملکرد بالا ارتباط قوی دارد (Arzani, 2008). اشنفیلد و همکاران (Schonfield *et al.*,1988) بیان داشتند که این صفت به دلیل همبستگی بالا با عملکرد دانه و سهولت اندازه‌گیری می‌تواند به عنوان یک شاخص مطلوب در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط تنش شدید مد نظر قرار گیرد. بین محتوای نسبی آب برگ در شرایط بدون تنش و تنش شوری همبستگی مثبتی (r=۰/۴۹*) وجود داشت (شکل ۱). رگرسیون خطی بین محتوای آب نسبی برگ در شرایط بدون تنش و تنش شوری نشان داد که لاین‌های F_8 شماره ۳، ۹ و رقم کویر دقیقاً روی خط رگرسیون قرار داشتند. در هر دو شرایط محیطی لاین F_8 شماره ۹ محتوای آب نسبی نسبتاً بالا و رقم کویر محتوای آب نسبی کمی داشت.



شکل ۱- ارتباط بین محتوای آب نسبی برگ در شرایط بدون تنش و تنش شوری در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله

Fig. 1. Relationship between relative water content under non-stressed and salt-stressed conditions in wheat and triticale genotypes

طول و وزن خشک ریشک

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که شوری بر صفات طول و وزن خشک ریشک تأثیر معنی‌داری داشته و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز برای طول ریشک ($P<0.05$) و برای وزن خشک ریشک ($P<0.01$) معنی‌دار بوده است (جدول‌های ۲ و ۵). در هر دو شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفات وجود داشت (جدول‌های ۳ و ۶). تنش شوری موجب کاهش هر دو صفت شد. دامنه تغییرات طول ریشک در شرایط بدون تنش ۱/۹۵ سانتی‌متر (رقم روشن) تا ۸/۸۵ سانتی‌متر (لاین F_8 شماره ۱) و در شرایط تنش شوری بین ۱/۸۸ (رقم روشن) و ۸/۴۰ سانتی‌متر (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۱) بود. بیشترین وزن خشک ریشک در هر دو شرایط محیطی به لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۱ و کمترین آن در هر دو شرایط محیطی به رقم روشن اختصاص داشت. در هر دو شرایط محیطی میانگین طول و وزن خشک ریشک لاین‌های تریتیکاله بیشتر از ارقام گندم بود (جدول های ۳، ۴ و ۶). میانگین طول ریشک در لاین‌های F_8 در شرایط بدون تنش و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

تنش شوری به ترتیب ۷/۸۸ و ۷/۴۴ سانتی‌متر و در لاین‌های دابل‌هاپلوئید ۷/۵۸ و ۷/۱۵ سانتی‌متر بود (جدول ۴). بنابراین در هر دو شرایط محیطی لاین‌های F_8 طول ریشک بیشتری نسبت به لاین‌های دابل‌هاپلوئید داشتند (جدول ۳)، ولی در شرایط تنش لاین‌های دابل‌هاپلوئید میانگین وزن خشک ریشک بیشتری داشتند (جدول ۴) که این تفاوت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). وجود ریشک بلند نشانه‌ی سازگاری با شرایط تنش خشکی در غلات است و این اندام می‌تواند کارایی مصرف آب گیاه را در مرحله بعد از گرده‌افشانی افزایش دهد (Blum, 1989). ریچاردز و همکاران (Richards *et al.*, 2002) اظهار داشته‌اند که طول ریشک به دلیل برخورداری از وراثت‌پذیری بالا و اثر متقابل کم ژنوتیپ و محیط می‌تواند در گزینش برای صفت مورد توجه قرار گیرد. نتایج آزمایشات متعدد در گندم و جو نشان داده‌است که نسبت جذب خالص ریشک چندین برابر گلوم و برگ پرچم است (Blum, 1989). ایوانز و همکاران (Evans *et al.*, 1972) نشان دادند که ژنوتیپ‌های ریشک دار گندم نان در مقایسه با انواع بدون ریشک در شرایط تنش خشکی از عملکرد بیشتری برخوردار بوده‌اند.

طول و وزن خشک پدانکل

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که تنش شوری بر طول و وزن خشک پدانکل اثر معنی‌داری داشته است، ضمن این که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۵). ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر این صفات در هر دو شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۶).

میانگین طول و وزن خشک پدانکل در شرایط بدون تنش به ترتیب ۲۲/۳ سانتی‌متر و ۱/۷۷ گرم و در شرایط تنش ۱۹/۶ سانتی‌متر و ۱/۶۱ گرم بود (جدول ۴). این موضوع نشان می‌دهد که با اعمال تنش شوری تجمع کربوهیدارت‌های ذخیره‌ای در پدانکل کاهش یافته است. ساقه‌ها به عنوان مخازنی مهم در فرایند انتقال مجدد مواد فتوسنتزی که پس از مرحله گرده‌افشانی ساخته می‌شوند، عمل می‌کنند (Davidson and Brich, 1978). در همین ارتباط بیان شده است که سهم عملکرد دانه از مواد فتوسنتزی که قبل از گرده‌افشانی ساخته می‌شوند، ناچیز است (Davidson and Brich, 1978). بیشترین طول و وزن خشک پدانکل به ترتیب ۴۶/۵ سانتی‌متر (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۵) و ۵/۲۰ گرم (لاین F_8 شماره ۲) در شرایط بدون تنش و ۳۹ سانتی‌متر (لاین F_8 شماره ۷) و ۳/۷۵ گرم (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۹) در شرایط تنش شوری بود و کمترین مقادیر آن‌ها در شرایط بدون تنش ۳۴/۶ سانتی‌متر (رقم کویر) و ۲/۵۸ گرم (رقم روشن) و در شرایط تنش شوری ۲۵/۷ سانتی‌متر (رقم کویر) و ۱/۵۶ گرم (رقم کویر) بود. میانگین طول و وزن خشک پدانکل لاین‌های تریتیکاله در تیمار شاهد به ترتیب ۴۱/۷ سانتی‌متر و ۴/۰۶ گرم و برای ارقام گندم ۳۶/۶ سانتی‌متر و ۲/۸۲ گرم بود و در تیمار تنش شوری برای لاین‌های تریتیکاله ۳۳/۵ سانتی‌متر و ۲/۸۷ گرم و برای ارقام گندم ۲۵/۷ سانتی‌متر و ۱/۷۴ گرم بود (جدول‌های ۴ و۶)، بنابراین در هر دو شرایط محیطی، میانگین این دو صفت در لاین‌های تریتیکاله بیشتر از ارقام گندم بود (جدول ۶). ضمن این که در شرایط تنش میانگین طول پدانکل در لاین‌های دابل‌هاپلوئید بیشتر از لاین‌های F_8 بود (جدول‌های ۶ و ۴).

همبستگی طول ریشک و وزن خشک پدانکل در تیمار شاهد و طول و وزن خشک پدانکل در شرایط تنش شوری با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار بود. بدین ترتیب ژنوتیپ‌هایی با طول و وزن خشک پدانکل بیشتر، سهم بیشتری در تأمین مواد فتوسنتزی برای عملکرد دانه دارند. چنین روابط مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و اجزای ساقه در شرایط تنش خشکی توسط نشیت و جراح (Nachit and Jarrah, 1986) و دویری (Duwayri, 1983) نیز گزارش گردیده است.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

جدول ۴- میانگین صفات مورفو - فیزیولوژیک در لاین‌های F_8 ، لاین‌های دابل‌هاپلوئید تریتیکاله و دو رقم گندم در شرایط بدون تنش و تنش شوری

Table 4. Means of morpho-physiological traits in F_8 lines, DH lines of triticale and two wheat cultivars under non-stressed and salt stressed conditions

		لاین‌های F_8 F_8 lines		لاین‌های دابل‌هاپلوئید Double haploid lines		دو رقم گندم Two wheat cultivars		کل ژنوتیپ‌ها Total of genotypes	
Plant characteristic	صفات گیاهی	بدون تنش Non stress	تنش Stress	بدون تنش Non stress	تنش Stress	بدون تنش Non stress	تنش Stress	بدون تنش Non stress	تنش Stress
Flag leaf area (cm)	مساحت برگ پرچم	30.3	24	30.6	24.7	23	18.5	29.7	23. 8
Flag leaf angle (°)	زاویه برگ پرچم	42.8	33.8	46.8	32. 9	56.2	32.6	45.9	33.3
Flag leaf Rolling	لوله‌ای شدن برگ	1.63	2.30	1.26	2.33	0.16	0.66	1.32	2.15
RWC (%)	محتوای آب نسبی	80.4	72.3	81.9	69.8	77.3	65.1	80.8	70.4
Length of awn (cm)	طول ریشک	7.88	7.47	7.58	7.15	4.64	4.44	7.41	7.03
Dry weight of awn (g)	وزن خشک ریشک	0.042	0.032	0.042	0.034	0.037	0.026	0.041	0.030
Length of peduncle (cm)	طول پدانکل	41.4	34.3	41.9	32.8	36.6	25.7	41.2	32.7
Dry weight of peduncle (g)	وزن خشک پدانکل	3.99	2.90	4.12	2.84	2.82	1.74	3.93	2.76
Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه	7183	4141	7161	4210	4751	2926	6930	4051

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات وزن خشک ریشک، طول و وزن خشک پدانکل و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله در شرایط تنش شوری و بدون تنش

Table 5. Combined analysis for variance of dry weight of awn, length and dry weight of peduncle and grain yield in wheat and triticale genotypes under salt-stressed and non-stressed conditions

			میانگین مربعات (MS)			
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	وزن خشک ریشک Dry weight of awn	طول پدانکل Length of peduncle	وزن خشک پدانکل Dry weight of peduncle	عملکرد دانه Grain yield
Environment(E)	محیط	1	0.0024^{**}	2129.76^{**}	41.54^{**}	281615672^{**}
Replication (E)	بلوک (محیط)	4	0.000001^{ns}	2.88^{ns}	0.32^{**}	267434^{ns}
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	0.00043^{**}	54.58^{**}	1.66^{**}	7003506^{**}
G × E	ژنوتیپ × محیط	19	0.000022^{**}	18.42^{**}	0.54^{**}	1611390^{**}
Error	خطای آزمایش	76	0.0000032	4.52	0.09	522590
C.V(%)	ضریب تغییرات		4.88	5.76	8.90	13.53

ns: Not significant

ns: غیر معنی‌دار

*and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

جدول ۶-نتایج تجزیه واریانس صفات وزن خشک ریشک، طول و وزن خشک پدانکل و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله در شرایط بدون تنش وتنش شوری

Table 6-Analysis of variance for dry weight of awn, length and dry weight of peduncle and grain yield in wheat and triticale genotypes under salt-stressed and non-stressed conditions

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS) وزن خشک ریشک Dry weight of awn	طول پدانکل Length of peduncle	وزن خشک پدانکل Dry weight of peduncle	عملکرد دانه Grain yield
Replication	بلوک	2	$0.0000008^{n.s}(0.0000012^{n.s})$	$0.31^{ns}(5.46^{ns})$	$0.13^{ns}(0.52^{**})$	$95835^{ns}(439033^{ns})$
Genotype	ژنوتیپ	19	$0.00029^{**}(0.00015^{**})$	$28.87^{**}(44.13^{**})$	$1.20^{**}(1.00^{**})$	$(1998141^{**})^{**}6219368$
F_8 lines	لاین‌های F_8	8	$0.00009^{**}(0.00006^{**})$	$5.17^{ns}(24.69^{**})$	$1.02^{**}(0.30^{*})$	$1555733^{**}(5718337^{**})$
Double haploid lines	لاین‌های دابل‌هاپلوئید	8	$0.00023^{**}(0.00010^{**})$	$42.46^{**}(35.14^{**})$	$0.72^{**}(1.20^{**})$	$2711106^{*}(1998141^{**})$
Double haploid vs. F_8	F_8 در مقابل دابل‌هاپلوئید	1	$0.0000000^{ns}(0.00006^{**})$	$3.12^{ns}(29.39^{*})$	$0.23^{ns}(0.04^{n.s})$	$170^{ns}(1402769^{*})$
Wheat cultivars	ارقام گندم	1	$0.00288^{**}(0.00139^{**})$	$22.50^{*}(0.00^{n.s})$	$0.36^{ns}(0.19^{n.s})$	$322944^{ns}(10254^{ns})$
Wheat vs. triticale	گندم در مقابل تریتیکاله	1	$0.00012^{**}(0.00025^{**})$	$141.64^{**}(330.52^{**})$	$8.20^{**}(6.90^{**})$	$156712051^{**}(512156585^{**})$
Error	خطای آزمایش	38	0.000002 (0.000004)	3.99(5.06)	0.09(0.09)	768950(2762318)
C.V(%)	ضریب تغییرات		3.81(6.17)	4.85(6.87)	7.63(10.71)	12.76 (13.80)

ns: Not significant — ns: غیر معنی‌دار

*and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively — * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

Data in parenthesis are related to salt stressed conditions — اعداد داخل پرانتز مربوط به شرایط تنش شوری هستند

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان دهنده تأثیر معنی‌دار ژنوتیپ، محیط و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بر عملکرد دانه بود (جدول ۵). در هر دو شرایط محیطی ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۶). در شرایط بدون تنش و تنش شوری، میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب ۶۹۳۰ و ۴۰۵۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). در آزمایش الهنداوی و همکاران (El-Hendawy *et al*., 2005) عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر سه عامل ژنوتیپ، سطح شوری و اثر متقابل این دو عامل قرار گرفت. عملکرد دانه به عنوان یک خصوصیت پیچیده ژنتیکی به طور گسترده‌ای تحت تأثیر محیط به ویژه تنش‌های محیطی از جمله شوری قرار می‌گیرد. نتایج آزمایش حاضر در خصوص کاهش عملکرد دانه ناشی از تنش شوری با گزارش‌های موجود مطابقت دارد (Sadat Noori and Mc Neilly, 2003, Poustini and Siosemardeh, 2004).

بیشترین و کمترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش به ترتیب ۹۴۶۹ (لاین F_8 شماره۱) و ۴۶۳۱ (رقم کویر) کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش شوری ۵۱۲۵ (لاین F_8 شماره ۱) و ۲۶۵۱ (لاین دابل‌هاپلوئید شماره ۳) کیلوگرم در هکتار بود. در هر دو شرایط محیطی میانگین عملکرد دانه در واحد سطح، در لاین‌های تریتیکاله به طور معنی‌داری بیشتر از ارقام گندم بود (جدول‌های ۴ و ۶). اوتلر (Oettler, 2005) نیز به برتری تریتیکاله نسبت به گندم در شرایط مطلوب رطوبتی اشاره کرده است. جسوپ (Jessop, 1996) نیز به حفظ عملکرد ارقام تریتیکاله در شرایط تنش محیطی اشاره داشته است. در آزمایش حاضر در هر دو شرایط محیطی تفاوت لاین‌های F_8 تریتیکاله در مقابل لاین‌های دابل‌هاپلوئید از نظر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۶).

نتیجه‌گیری

در این آزمایش تنش شوری تأثیر معنی‌داری بر تمام صفات گیاهی مورد بررسی داشت. همچنین بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات بررسی شده در هر دو شرایط محیطی تفاوت معنی‌داری وجود داشت. نتایج نشان دهنده برتری لاین‌های تریتیکاله از لحاظ صفات مورفو - فیزیولوژیک و عملکرد دانه نسبت به ارقام گندم در هر دو شرایط محیطی بود. لاین‌های تریتیکاله از طول و وزن خشک ریشک، طول و وزن خشک پدانکل و مساحت برگ پرچم بیشتری برخوردار بودند. سطح فتوسنتزی بیشتر باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی می‌شود و ساقه‌ها نیز به عنوان منابع ثانویه در فرایند انتقال مجدد مواد فتوسنتزی که پس از مرحله گرده‌افشانی ساخته می‌شود، صورت می‌گیرد، بنابراین نتایج گویای برتری لاین‌های اصلاحی تریتیکاله نسبت به ارقام گندم متحمل به خشکی و شوری کشور بودند.

منابع مورد استفاده

References

Ammar, K., M. Mergoum and S. Rajaram. 2004. The history and evolution of triticale. p. 2-9. In Mergoum, M. *et al.* (Ed.) Triticale Improvement and Production. FAO.

Arzani, A. 2008. Improving salinity tolerance in crop plants: biotechnological view. In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant. 44: 373-383.

Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plant. Crit. Rev. Plant Sci. 13: 17-42.

Beemarao, S. C. A., J. P. Manivannan, A. kishorekumar, R. Somasundaram and R. Panneerselvam. 2007.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

Drought-induced biochemical modifications and proline metabolism in (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Acta Bot. Croat. 66: 43-56.

Blum, A. 1989. Breeding Methods for Drought Resistance. p. 197-216. In Jones, H. G. *et al.* (Ed.) Plant Under Stress. Cambridge Univ Press, UK.

Blum, A. 1996. Crop Responses to Drought and the Interpretation of Adaptation. p. 103-123. In Belhassen, E. (Ed.) Drought Tolerance in Higher Plants: Genetical, Physiological and Molecular Biological Analysis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Croser, C., S. Renault, J. Franklin and J. Zwiazek. 2001. The effect of salinity on the emergence and seedling growth of *Picea morian*, *Piccea glausa* and *Pinus banksiana*. Environ. Poll. 115: 6-16.

Davidson, J. L. and J. W. Brich. 1978. Response of a standard Australian and a Mexican wheat to temperature and water stress. Aust. J. Agric. Res. 29: 1091-1106.

Duwayri, M. 1983. Selection for coleoptile length and plant height in early generations in durum wheat. Proc. 6th International Wheat Genetics Symposium, .Nov. 28-Dec. 3. Kyoto, Japan.

El-Hendawy, S. E., Y. Hua, G. M. Yakout, A. M. Awad, S. H Hafizb and U. Schmidhalter. 2005. Evaluating salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. Europ. J. Agron. 22: 243-253.

Evans, L. T., J. Bingham, P. Jackson and J. Sutherland. 1972. Effect of awns and drought on the supply of photosynthatate and its distribution within wheat ears. Ann. Appl. Biol. 70: 67-78.

Feizi, M. 1993. Considering the effect of water quality and quantity on desalinization of Isfahan Rudasht soils. Technical Research Rep., Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran, 16-34. (In persian).

Flower, D. J. and M. M. Ludlow. 1986. Contribution of osmotic adjustment to the dehydration tolerance of water-stressed pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) millsp.) leaves. Plant Cell Environ. 9: 33-44.

Flowers, T. J., and A. R Yeo. 1995. Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next?. Aust. J. Plant Physiol. 22: 875-884.

Hawkins, H. J. and O. A. M. Lewis. 1993. Combination effect of sodium chloride salinity, nitrogen form and calcium concentration on the growth. Ionic content and gaseous exchange properties of *Triticum aestivum.* New Phytol. 124: 167-170.

Hay, R. and J. Porter. 2006. The Physiology of Crop Yield. Blackwell Publishing., New York.

Jessop, R. S. 1996. Stress Tolerance in Newer Triticales Compared to other Cereals. p. 419-427. In Guaedes, H. (Ed.) Triticale Today and Tomorrow. Kluwer Academic Publisher., London.

Lelley, T. 2006. Triticale: A Low-input Cereal with Untapped Potential. p. 398-430. In Singh, J. R. (Ed.) Genetic Resources Choromosome Engineering and Crop Improvement. CRC Taylor.

Meneguzzo, S., F. Navari-Izzo and R. Izzo. 2000. NaCl effects on water relations and accumulation of mineral nutrients in shoots, roots and cell sap of wheat seedling. J. Plant Physiol. 156: 711-716.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

Monneveux, P. and E. Belhassen. 1996. The Diversity of Drought Tolerance Adaptation in the Wide. p. 13-26. In Belhassen, E. (Ed.) Drought Tolerance in Higher Plants: Genetical, Physiological and Molecular Biological Analysis. Kluwer Academic Publishers., Dordrecht.

Munnus, R. 2005. Genes and salt tolerance: Bringing them together. New Physiol. 167: 645-663.

Munns, R., H. Greenway, R. Delane and J. Gibbs. 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgar* growing at high external NaCl. J. Exp. Bot. 135: 574-583.

Munns, R., R. A. James and A. Läuchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J. Exp. Bot. 57: 1025-1043

Munns, R and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-681.

Nachit, M. M. and M. Jarrah. 1986. Association of some morphological characters to grain yield in durum wheat under Mediterranean dryland conditions. Rachis, 5: 33-34.

Oettler, G. 2005. The fortune of a botanical curiosity-triticale, Past and future. J. Agric. Sci. 143: 329-349.

Poustini, K. and A. Siosemardeh. 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. Field Crops Res. 85: 125-133.

Rascio, A., M. Russo, L. Mazzucco, C. Plantani, G. Nicastro and N.D. Fonz. 2001. Enhanced osmo-tolerance of wheat selected for potassium accumulation. Plant Sci. 160: 441-448.

Rawson. H. M., R. A. Richards and R. Munns. 1988. An examination of selection criteria for salt-tolerance in wheat, barley and triticale genotypes. Aust. J. Agric. Res. 39: 759-772.

Richards, R. A., A. G. Condon and G. J. Rebetzke. 2002. Traits to Improve Yield in Dry Environments, p 88-101. In Reynolds, M. P. (Ed.) Application of Physiology in Wheat Breeding. CIMMYT, Mexico.

Ritchi, S. W., H. T. Naguyen and A. S. Holiday. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Sci. 30: 105-111.

Sadat Noori, S. A. and S. McNeilly. 2003. The genetic architecture of salt character in bread wheat (morphological characters). Proc. 10th International Wheat Genetics Symposium, Italy. Vol. 3: 1242-1243.

SAS Institute. 1994. The SAS System for Windows. Release 6.10 SAS Inst., Cary, NC. USA.

Schonfield, M. P., J. C. Richard, B. P. Carver and N. W. Mornhi, 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators. Crop Sci. 28: 526-531.

Shannon, M. 1997. Adaptation of plants to salinity. Adv. Agron. 60: 75-120.

Wallance, D. H., J. L. Ozbum, and H. M. Manger. 1972. Physiological genetics of crop yield. Adv. Agron. 24: 97-127.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]

Effect of salinity stress on morpho-physiological traits of triticale lines

Salehi, M.[1] and A. Arzani[2]

ABSTRACT

Salehi, M. and A. Arzani. 2012. Effect of salinity stress on morpho-physiological traits of triticale lines**. Iranian Journal of Crop Sciences. 13(4): 697-711. (In Persian).**

Effects of salinity on morpho-physiological of eighteen triticale lines comprising 9 doubled haploid (DH) lines and 9 their corresponding F_8 lines as well as two bread wheat cultivars ('Roshan' as a drought tolerant and 'Kavir' as a salt tolerant cultivar), were studied. A randomized complete block design with three replications was used for each of the environmental conditions (non-stressed and salt-stressed conditions) at the research farm of College of Agriculture, with a silty-clay-loam soil, Isfahan University of Technology, Isfahan, in 2008-2009 cropping season. Both salt stressed and non-stressed experiments were irrigated with water having EC of 1 dS m^{-1} until mid-jointing stage, and afterward salt-stressed experiment was irrigated with saline water containing 175 mM NaCl with EC= 16 dS m^{-1}. Area of flag leaf, angle of flag leaf, rolling of flag leaf, relative water content, length of awn, dry weight of awn, length of peduncle, dry weight of peduncle and grain yield were measured and recorded. In both conditions positive and significant correlations were observed between grain yield with area of flag leaf, relative water content and dry weight of peduncle. Triticale lines possessed superior awn length and dry weight, peduncle length and dry weight and leaf area than bread wheat cultivars. Orthogonal comparison also indicated that triticale lines performed superior than bread wheat cultivars in either environmental conditions.

Keywords: Dry weight of peduncle, Dry weight of awn, Flag leaf area, Relative water content, Salt stress, Triticale and Bread wheat.

Received: October, 2010 Accepted: May, 2011

1- Former M.Sc. student, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2- Professor, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran (Corresponding author)
(Email: a_arzani@cc.iut.ac.ir)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-01-31]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1390.13.4.8.8]