

بررسی عملکرد و شاخص‌های تحمل به شوری در لاین‌ها و ارقام گندم تحت شرایط شور

مجید رجایی^{۱*}، منوچهر دستفالت^۲

۱. بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

۲. بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۷/۲۷

چکیده

از جمله راه‌های مقابله با شوری، معرفی ارقامی است که قادر به تولید اقتصادی در شرایط شور هر منطقه باشند. به منظور ارزیابی تعدادی از لاین‌ها و ارقام امیدبخش گندم تحت شرایط شور و معرفی لاین‌های برتر، آزمایشی مزرعه‌ای در دو سال کشت پی‌پی (۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱) در شهرستان زرین‌دشت انجام گردید. ارقام و لاین‌ها شامل: چمران، سیستان، حاجی آباد، پارسی، یاوروس، بهرنک، یوجی ۵۲۰، اس-۸۳-۳، دی-۸۱-۱۸، لاین‌های A، 34، 73 و ۴ و ۵ خشکی بودند. متوسط شوری خاک و آب محل آزمایش به ترتیب حدود ۶ و ۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. نتایج نشان داد که در هر دو سال آزمایش بیشترین عملکرد دانه از یوجی ۵۲۰ (به ترتیب با عملکرد ۲۶۶۰ و ۳۱۷۰ کیلوگرم در هکتار برای سال اول و دوم آزمایش) به دست آمد. میانگین دوساله عملکرد نشان داد که پس از یوجی ۵۲۰، لاین ۵، لاین ۷۳، لاین ۴، سیستان، دی-۸۱-۱۸، لاین ۳۴ و پارسی عملکردی بیشتر از شاهد (رقم چمران با ۲۰۹۵ کیلوگرم در هکتار) تولید کردند. عملکرد دانه ارقام و لاین‌های مورد بررسی با غلظت سدیم برگ همبستگی منفی و با غلظت پتاسیم و نسبت پتاسیم به سدیم همبستگی مثبتی را نشان داد. در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی یوجی ۵۲۰ با بالاترین عملکرد (۳۹ درصد بیشتر از شاهد)، زودرسی و مناسب بودن شاخص‌های شیمیایی به‌عنوان رقم مناسب برای کاشت در منطقه زرین‌دشت داراب معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: سدیم، پتاسیم، زودرسی، ژنوتیپ، گندم.

مقدمه

شوری یکی از عوامل عمده کاهش رشد و تولید گیاهان زراعی به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا است. حدود ۷٪ از کل زمین‌های دنیا تحت تأثیر شوری می‌باشند. همچنین ۲۳٪ از زمین‌های زراعی دنیا شورند و ۲۰٪ از زمین‌های تحت آبیاری از شوری ثانویه رنج می‌برند (El-Hendawy et al., 2005). در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا به علت بارندگی کم، تبخیر سطحی زیاد، آبیاری با آب‌شور و روش‌های نادرست آبیاری مسئله شوری حادتر است (Cominelli et al., 2013). در این میان، ایران با دارا بودن اقلیم گرم و خشک از این امر مستثنا نیست، به‌نحوی

که بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت آن (در حدود ۲۷ میلیون هکتار) از خاک‌های شور و قلیا تشکیل شده است (Rezvani Moghaddam and Koocheki, 2001). اصلاح خاک‌های شور و بهبود تکنیک‌های آبیاری از جمله روش‌های مدیریتی در خاک‌های شور می‌باشند که به علت گرانی و مقطعی بودن به‌آسانی قابل استفاده نیستند (Shannon, 1997; Ashraf, 1994). به دلایل فوق استفاده از روش‌های اصلاح نباتات و معرفی ارقامی که قادر به تولید اقتصادی در شرایط شور می‌باشند به‌عنوان روش‌های مناسب جهت مقابله با شوری مطرح هستند.

به‌منظور معرفی بهترین ژنوتیپ جهت کاشت در شرایط شور شهرستان زرین‌دشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مقایسه میزان عملکرد لاین‌ها و ارقام تجاری گندم پر محصول و متحمل به شوری، آزمایشی در منطقه زرین‌دشت داراب با عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۱۵۰ متر از سطح دریا، طی دو سال (۱۳۸۹-۱۳۹۱) انجام شد. آزمایش مزرعه‌ای با ۱۴ لاین و رقم، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با چهار تکرار اجرا شد. ارقام مورد مطالعه شامل چمران (به‌عنوان رقم شاهد)، سیستان، پارسی، حاجی‌آباد و دو رقم دوروم یاواروس و به‌رنگ بود. لاین‌های ۷۳ و ۳۴ به همراه ارقام سیستان و پارسی در آزمایش‌های مرکز ملی شوری یزد تحمل قابل‌توجهی نسبت به شوری از خود نشان داده بودند. همچنین لاین‌های ۴ و ۵ خشکی نیز بر اساس آزمایش‌های انجام‌گرفته در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس نسبت به خشکی آخر فصل متحمل بودند. سایر لاین‌ها نیز همچون دوروم دی-۸۱-۱۸، یوجی ۵۲۰، لاین A و اس-۸۳-۳ در آزمایش‌های سراسری مقایسه ارقام موسسه تحقیقات نهال و بذر از ارقام پر محصول به شمار می‌رفتند. شجره‌نامه لاین‌های مورد استفاده در این پژوهش در جدول یک آورده شده است.

در ابتدای آذرماه نمونه‌برداری از خاک مزرعه انجام و خصوصیات خاک همچون قابلیت هدایت الکتریکی، بافت به روش هیدرومتر (Bouyoucos, 1962)، اسیدیته در گل اشباع، کربن آلی به روش واکی بلاک (Jackson, 1958)، فسفر قابل جذب به روش آبی آسکوربیک (Watanabe and Olsen, 1965) و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر تعیین شد (جدول ۲). همچنین ترکیب آنیونی و کاتیونی آب مورد استفاده در مزرعه نیز به روش آزمایشگاه شوری ایالات‌متحده (U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954) اندازه‌گیری شد (جدول ۳).

به‌گزینی بخش مهمی از برنامه اصلاح نباتات است که جهت جداسازی ارقام دارای ویژگی‌های خاص، همچون تحمل به شوری، مورد استفاده قرار می‌گیرد. هرچند که به علت شرایط ناهمگون و متغیر مزرعه، برخی آزمایش‌های مربوط به به‌گزینی و معرفی ارقام متحمل به شوری، در شرایط کنترل‌شده انجام‌گرفته است، اما ارزیابی مزرعه‌ای ارقام متحمل به شوری جهت معرفی رقم متحمل و سازگار با شرایط هر منطقه از اهمیت خاصی برخوردار است (Houshmand et al., 2005). معیارهای متفاوتی جهت به‌گزینی ارقام گندم متحمل به شوری به‌کاررفته است. بعضی از پژوهشگران پیشنهاد می‌کنند که علاوه بر عملکرد و اجزای آن، می‌بایست از ویژگی‌های فیزیولوژیکی برای به‌گزینی ارقام متحمل به شوری استفاده کرد. به‌عنوان مثال دفع سدیم و تجمع آن در واکوئل‌ها، نسبت K^+/Na^+ و کنترل میزان انتقال سدیم از ریشه به اندام هوایی، از جمله ویژگی‌هایی هستند که به‌عنوان معیارهای انتخاب ژنوتیپ‌های گندم متحمل به شوری به‌کاررفته‌اند (Poustini and Siosemardeh, 2004; Saqib et al., 2005). پوستینی و سی‌وسه‌مرده (Poustini and Siosemardeh, 2004) در آزمایشی گلخانه‌ای تحمل به شوری ۳۰ رقم گندم را در تنش شوری ۱۶ دسی زیمنس بر متر مقایسه کردند. تحت شرایط شور همبستگی منفی معنی‌داری بین وزن خشک دانه و غلظت سدیم برگ مشاهده شد. این همبستگی نشان داد که تحمل گندم به شوری ناشی از توانایی ارقام متحمل در تجمع کمتر سدیم در برگ است، زیرا سدیم زیادی در بافت‌های برگ فرآیندهای آنزیمی را مختل کرده و از سنتز پروتئین می‌کاهد. همچنین زمان لازم برای پر شدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با نسبت K^+/Na^+ بذر نشان داد.

گرچه در زمینه معرفی ارقام مناسب شرایط شور تحقیقات قابل‌توجهی انجام‌شده است، لیکن در رابطه با پاسخ این ارقام در مناطق شور تحقیقات کمی انجام‌شده است؛ بنابراین این آزمایش به‌منظور بررسی عملکرد و تطابق ارقام و لاین‌های گندم پر محصول و متحمل به شوری که از آزمایش‌ها در شرایط عادی و شور به‌دست‌آمده بودند و

جدول ۱. شجره‌نامه لاین‌های مورد استفاده در آزمایش.

Table 1. Pedigree of lines used in the experiment.

لاین	pedigree	شجره‌نامه
Line 73	H499.71A/JUP(CMH74A.430-2B-4Y-1B-500Y-OM)	
Line 34	PF70354/BOW(CM67910-7Y- 1M- 3Y-0Z-5Y-OM)	
4 drought line	ALVD//ALDAN/LAS/3/P101/ANZA//1-66-49	
5 drought line	CHAM-614/SISSONALS/DEPRES//CAL/HU/3/ALD”S”	
D-81-18	SORA2/PLATA12	
Ug 520	BABAX/LAR42//BABAX*2/3VIVITSI	
Line A	IRENAB/BABAX//PASTOR	
S-83-3	ATTILA50Y//ATTILA/BACANORA	

جدول ۲. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک محل انجام آزمایش.

Table 2. Analysis of soil physical and chemical properties.

سال	بافت	عمق	EC	pH	Cu	Fe	Zn	Mn	K	P	O.C
year	texture	Depth (cm)	(dS/m)		----- (mg/kg) -----						(%)
2010-2011	Silty loam	0- 30	6.02	8.2	1.25	5.8	0.61	6.4	161	5.2	0.81
2011-2012	Silty loam	0-30	6.43	8.1	0.96	6.6	0.75	8.6	189	8.1	0.77

جدول ۳. نتایج تجزیه آب مورد استفاده در آزمایش.

Table 3. Analysis of water used in the experiment.

سال	مجموع کاتیون‌ها	مجموع آنیون‌ها				مجموع آنیون‌ها				EC	SAR	
year	Total cations	K ⁺	Na ⁺	Ca+Mg	Total anions (meq/lit)	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	pH	(dS/m)	
2010-2011	103	9.7	65.2	30	103.9	ناچیز Little	95.5	8.4	ناچیز Little	6.72	9.29	16.8
2011-2012	102.9	7.5	64	31	102.7	ناچیز Little	94.2	8.5	ناچیز Little	6.70	9.43	16.7

فسفات تریپل با فرمول شیمیایی CaH_2PO_4 به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش) و پتاس (به ترتیب به میزان ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم با فرمول شیمیایی K_2SO_4 در سال اول و دوم) و یک سوم از کود نیتروژنه به صورت اوره (NH_2CONH_2) با دستگاه خطزن با خاک مخلوط شد. از مابقی کود نیتروژنه، یک سوم در مرحله پنجه‌زنی و یک سوم در مرحله ساقه رفتن و در مجموع به

عملیات خاک‌ورزی اولیه شامل شخم با عمق مناسب، دیسک زدن و عملیات آماده‌سازی بستر کشت انجام شد. پس از آماده‌سازی کامل زمین و پیاده کردن نقشه آزمایش کودهای مورد نظر به صورت مخلوط و به صورت یکنواخت در زمین محل آزمایش پخش شد. میزان کودهای شیمیایی مورد نیاز بر اساس آزمون خاک تعیین و تمامی کودهای فسفر (به میزان ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر

۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد از ژنوتیپ یوجی ۵۲۰ با افزایشی حدود ۳۹/۱ نسبت به تیمار شاهد (رقم چمران) به دست آمد. پس از ژنوتیپ یوجی ۵۲۰، لاین پنج خشکی با اختلاف پنج درصد معنی‌داری نسبت به تیمار برتر در گروه بعدی آماری قرار گرفت. این ژنوتیپ در عملکرد افزایشی حدود ۲۶/۰۲ درصد را نسبت به تیمار شاهد نشان داد.

در مجموع از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی یوجی ۵۲۰، لاین ۵ خشکی، دی-۸۱-۱۸، لاین ۷۳، پارسی، سیستان و لاین ۴ خشکی دارای عملکردی بالاتر از شاهد و سایر ژنوتیپ‌ها دارای عملکرد کمتر از شاهد بودند (شکل ۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به وزن هزار دانه گندم نشان داد که اثر لاین و اثر متقابل سال در لاین بر وزن هزار دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که ارقام و لاین‌های دورم وزن هزار دانه بالاتری داشتند که امری دور از انتظار نبود. بیشترین وزن هزار دانه مربوط به دی-۸۱-۱۸، یاوروس، سیستان و بهرنگ بود. وزن هزار دانه این ارقام به ترتیب با افزایشی حدود ۵۰/۰، ۴۲/۶، ۴۱/۱ و ۳۶/۷ درصد نسبت به تیمار شاهد به دست آمد. البته با توجه به اینکه وزن هزار دانه وابسته به ژنتیک است، زیادی وزن هزار دانه در ارقام و لاین‌های دوروم سبب افزایش عملکرد آن‌ها در محیط شور نسبت به ارقام برتر نشد (شکل ۱ و ۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به روز تا ظهور سنبله نشان داد که اثر لاین و ارقام گندم بر روز تا ظهور سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین روز تا ظهور سنبله گندم به مدت ۱۰۴ روز مربوط به رقم بهرنگ و لاین اس-۸۳-۳ بود و لاین ۴ خشکی، لاین ۷۳ و یوجی ۵۲۰ کمترین روز لازم جهت سنبله رفتن را نشان دادند که زودرس‌ترین ژنوتیپ مورد بررسی یوجی ۵۲۰ بود که به دلیل مصرف آب کمتر رقم مناسب در شرایط کمبود منابع آبی به حساب می‌آید (شکل ۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به روز تا رسیدگی نشان داد که اثر لاین و ارقام گندم بر روز تا رسیدگی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که یوجی ۵۲۰ با ۱۲۷/۵ روز تا رسیدگی زودرس‌ترین ژنوتیپ مورد بررسی بود که البته با رقم چمران و لاین ۴ خشکی (به ترتیب با ۱۲۸ و

میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره با ۴۶ درصد نیتروژن استفاده شد. پس از کرت بندی زمین، در هر دو سال آزمایش بذور گندم در آذرماه کاشته شدند و بلافاصله آبیاری انجام گرفت. هر لاین در هشت خط شش متری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر کشت شد. عملیات آبیاری با دور هفت‌روزه تا قبل از رسیدگی کامل محصول ادامه داشت. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ از علف‌کش تری‌بنورون متیل و برای باریک برگ‌ها از علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل استفاده شد. در طول دوره رشد ارقام تعداد روز تا سنبله رفتن و تعداد روز تا رسیدگی نیز یادداشت‌برداری شد. برداشت محصول در خردادماه صورت گرفت که پس از حذف دو خط از طرفین و نیم متر از بالا و پایین هر کرت، برداشت محصول از چهار خط پنج‌متری وسط هر کرت به مساحت چهار مترمربع انجام و عملکرد دانه در هکتار تعیین شد. ارتفاع گیاه در زمان برداشت و وزن هزار دانه نیز تعیین شد. نمونه‌گیری برگ جهت اندازه‌گیری عناصر، قبل از گلدهی انجام شد و نمونه‌های برداشت‌شده با آب مقطر کاملاً شسته شدند و به مدت دو روز در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند. سپس یک گرم از نمونه خشک‌شده توزین و در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت خاکستر شد. از خاکستر حاصل عصاره‌گیری و مقادیر سدیم و پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر (Model PFP7, Germany) قرائت گردید (Patterson et al., 1984). جهت اندازه‌گیری غلظت کلر در برگ، نیم گرم نمونه برگ خشک‌شده با اکسید کلسیم و آب دو بار تقطیر به صورت خمیر درآورده شد و در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج ساعت خاکستر شد. به منظور تهیه عصاره، خاکستر به دست آمده با ۵۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر صاف گردید و با استفاده روش تیتراسیون با نیترات نقره، غلظت کلر اندازه‌گیری شد (Banuls and Primo-Millo, 1995).

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹،۱،۳ و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد گندم نشان داد که اثر لاین در سطح یک درصد و اثر سال در سطح پنج درصد بر عملکرد گندم معنی‌دار بود (جدول

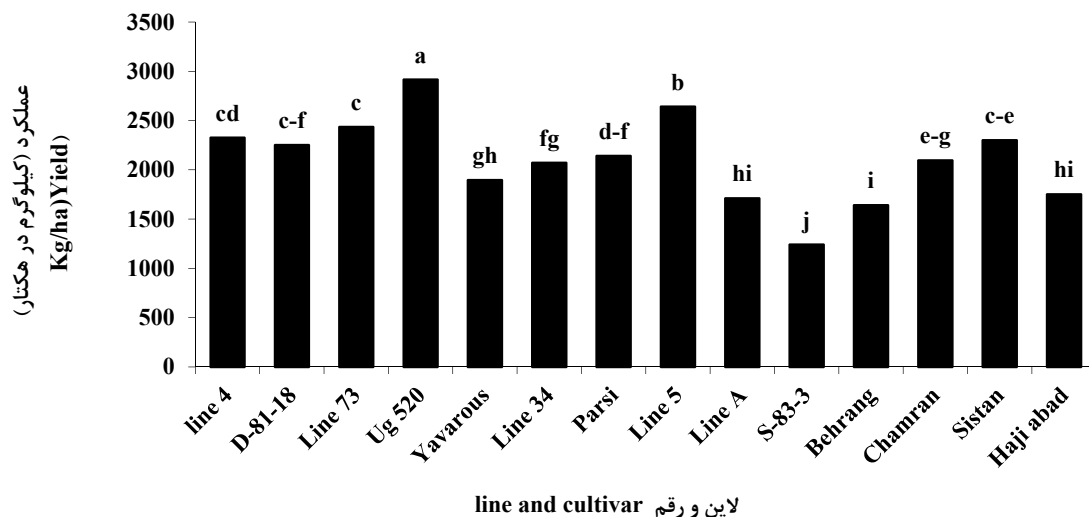
۱۳۱/۵ روز تا رسیدگی) اختلاف معنی‌داری نشان نداد. فیزیولوژیک طولانی‌تری را نسبت به شاهد نشان دادند. نتایج به دست آمده دیگر حاکی از این است که لاین‌های دیگر مورد بررسی در این پژوهش روز تا رسیدگی

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی.

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی dF	عملکرد yield	وزن هزار دانه thousand seed weight	روز تا ظهور سنبله days to spike	روز تا رسیدگی days to maturity	ارتفاع height
Year	سال	1	1336.96 *	3.861 ^{ns}	66.964 ^{ns}	6.857 ^{ns}	2.7 ^{ns}
Error	خطا	6	92300	51.363	40.857	4	239
Lines	لاین	13	1131469**	155.64 *	195.799 **	140.407 *	88.71 ^{ns}
Line × year	لاین × سال	13	51236 ^{ns}	9.856 *	2.81 ^{ns}	11.011 ^{ns}	22.06 ^{ns}
Error	خطا	78	28678	7.543	20.549	13.7	89.707
C.V (%)	ضریب تغییرات	—	11.4	6.44	15.8	11.25	12.79

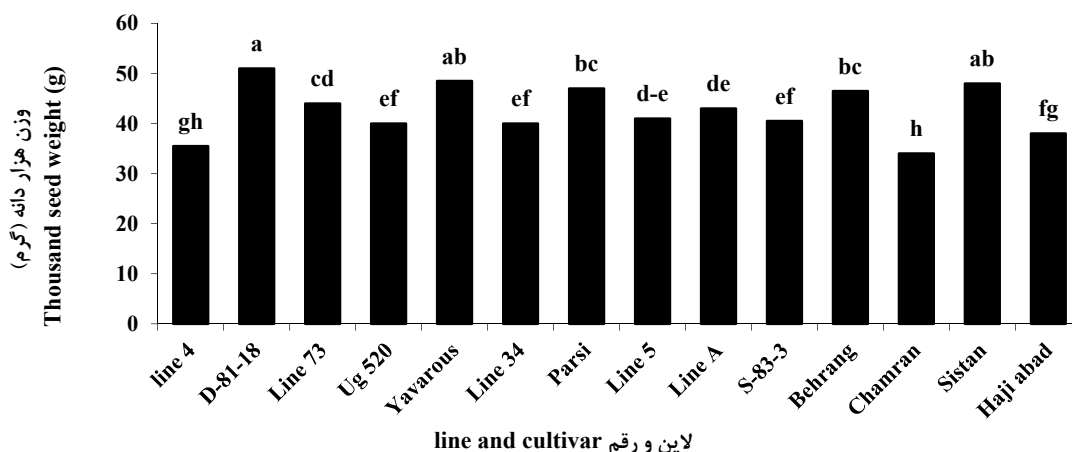
*, ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار در سطح پنج درصد.

*, **, and ns is significant at the five and one percent probability level, and non-significant respectively.

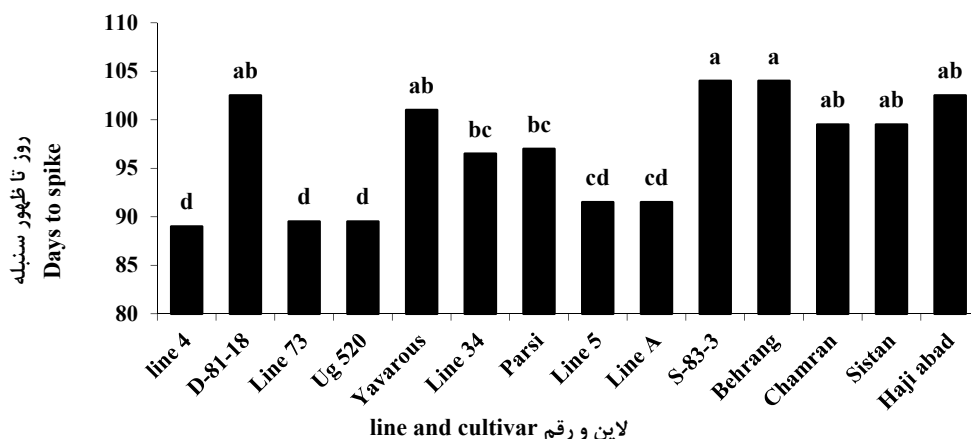


شکل ۱. میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) لاین‌ها و ارقام گندم در سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱.

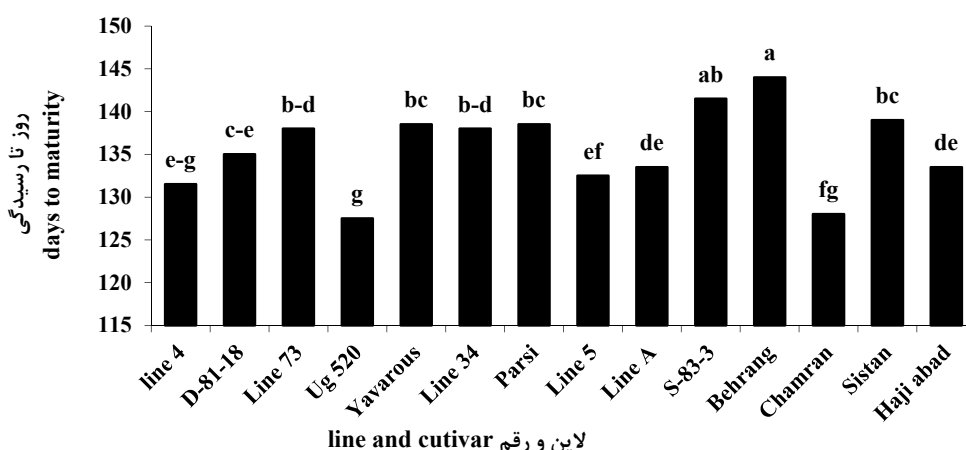
Fig. 1. Mean yield of wheat lines and cultivars in two years of 2010-2011 and 2011-2012 (kg/ha).



شکل ۲. میانگین وزن هزار دانه (گرم) لاین‌ها و ارقام گندم در سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱.
 Fig. 2. Mean thousand seed weight of wheat lines and cultivars in two years of 2010-2011 and 2011-2012 (g).



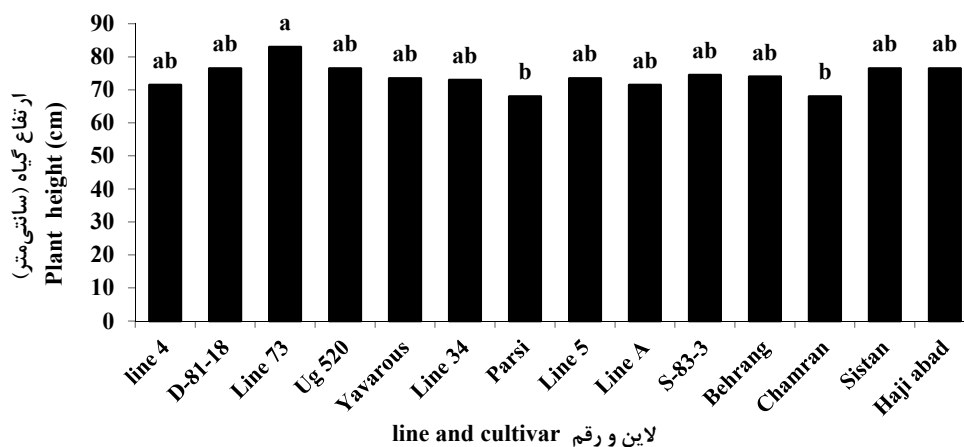
شکل ۳. میانگین تعداد روز تا ظهور سنبله لاین‌ها و ارقام گندم در سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱.
 Fig. 3. Mean days to spike of wheat lines and cultivars in two years of 2010-2011 and 2011-2012.



شکل ۴. میانگین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در لاین‌ها و ارقام گندم در سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱.
 Fig. 4. Mean number of days to maturity at wheat lines and cultivars in two years 2010-2011 and 2011-2012.

نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش نشان داد که هرچند تغییر معنی‌داری در شاخص‌های روز تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه در دو سال مورد مطالعه دیده نمی‌شود، اما عملکرد در سال دوم ۱۲/۷ درصد نسبت به سال اول افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). از طرف دیگر ارتفاع در سال دوم نسبت به سال اول ۰/۴۸ درصد افزایش نشان داد. نتایج به‌دست‌آمده دیگر حاکی از این است که زمان تا ظهور سنبله، روز تا رسیدگی و وزن هزار دانه در سال دوم تفاوت کمی نسبت به سال اول داشتند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ارتفاع بوته گندم نشان داد که اثر لاین و ارقام بر ارتفاع بوته معنی‌دار ($P \leq 0.01$) نبود (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته متعلق به لاین ۷۳ بود که با افزایش حدود ۲۲/۰۵ نسبت به رقم شاهد، در بالاترین گروه آماری قرار گرفت (شکل ۵). نتایج به‌دست‌آمده دیگر حاکی از این است که ارتفاع بوته ارقام چمران و پارس با میانگین ارتفاع بوته ۶۸ سانتی‌متر برای هر دو رقم در آخرین گروه آماری قرار گرفتند.



شکل ۵. میانگین ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) در لاین‌ها و ارقام گندم در سال‌های زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۱.

Fig. 5. Mean plant height at wheat lines and cultivars in two years of 2010-2011 and 2011-2012 (cm).

جدول ۵. تغییرات شاخص‌های مورد بررسی در دو سال آزمایش.

Table 5. Changes indicators study in two years.

سال year	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) yield (kg/ha)	روز تا ظهور سنبله days to spike	روز تا رسیدگی days to maturity	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) plant height (cm)	وزن هزار دانه (گرم) thousand seed weight (g)
2010-2011	1974 ^b	96.07 ^a	135.4 ^a	73.86 ^a	42.86 ^a
2011-2012	2226 ^a	97.8 ^a	135.9 ^a	74.22 ^a	42.43 ^a

حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

In each column numbers with the same letters have no significant difference at five percent probability level.

نشان داد که کمترین محتوای کلر برگ (۱/۶۰۵ درصد) مربوط به رقم حاجی‌آباد بود و بیشترین (۲/۱۹۵ درصد) مربوط به رقم به‌رنگ بود (جدول ۷). پس‌از آن رقم چمران به میزان ۱/۶۵۰ درصد محتوای کلر کمتری داشت.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای کلر برگ گندم نشان داد که لاین‌ها و ارقام مختلف در محتوای کلر در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها

نشان داد که کمترین محتوای سدیم برگ (۱/۲۶ میلی‌گرم در گرم) مربوط به لاین یوجی ۵۲۰ بود و بیشترین (۲/۹۵ میلی‌گرم در گرم) مربوط به رقم یاوروس بود (جدول ۷).

در مجموع لاین و ارقام ۴، ۵، ۷۳، یوجی ۵۲۰، ۳۴ و پارسی (به ترتیب با ۱/۹۰، ۱/۶۰، ۱/۹۸، ۱/۲۶، ۲/۱۰ و ۱/۹۸ میلی‌گرم در گرم) نسبت به شاهد (رقم چمران) محتوای سدیم کمتری داشتند، اما بقیه لاین‌های موردبررسی دارای محتوای سدیم بیشتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۷).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به نسبت سدیم به پتاسیم گندم نشان داد که لاین و ارقام مختلف در معنی‌داری دارند (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین نسبت سدیم به پتاسیم (۰/۰۳) مربوط به لاین یوجی ۵۲۰ بود و بیشترین (۰/۱۵ درصد) مربوط به رقم بهرنگ و یاوروس بود (جدول ۷). از بین لاین‌های موردبررسی لاین ۴، ۵ و ۷۳ و رقم پارسی دارای نسبت سدیم به پتاسیم کمتری نسبت به شاهد (چمران) بودند؛ اما بقیه لاین و ارقام موردبررسی دارای نسبت سدیم به پتاسیم بیشتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۷).

در مجموع از بین لاین و ارقام موردبررسی سیستان، پارسی، یاوروس، بهرنگ، یوجی ۵۲۰، اس-۸۳-۳، دی-۸۱-۱۸، لاین‌های A، ۳۴، ۷۳ و ۴ و ۵ خشکی دارای محتوای کلر بیشتری نسبت به شاهد (چمران) بودند (جدول ۷).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای پتاسیم برگ گندم نشان داد که لاین و ارقام مختلف در محتوای پتاسیم در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کمترین محتوای پتاسیم برگ (۱۸/۳۰ میلی‌گرم در گرم) مربوط به رقم بهرنگ بود و بیشترین (۳۷/۸۵ میلی‌گرم در گرم) مربوط به لاین یوجی ۵۲۰ بود (جدول ۷). از بین لاین و ارقام موردبررسی لاین ۴، ۷۳، ۵، A، پارسی، سیستان و حاجی‌آباد دارای محتوای پتاسیم بیشتری نسبت به شاهد (چمران) بودند؛ اما بقیه لاین و ارقام موردبررسی دارای محتوای پتاسیم کمتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۷).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به محتوای سدیم برگ گندم نشان داد که لاین و ارقام مختلف در محتوای سدیم در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری دارند (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) کلر، پتاسیم، سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم برگ گندم.

Table 6. Analysis of variance (mean square) of chlorine, potassium, sodium and sodium to potassium ratio in wheat leaves.

S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی dF	کلر chlorine	پتاسیم potassium	سدیم sodium	سدیم به پتاسیم sodium to potassium
Year	سال	1	0.509 ns	1.422 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.005 ^{ns}
Error	خطا	6	0.120	0.315	0.006	0.003
Lines	لاین	13	0.227 ^{**}	2.329 ^{**}	0.021 ^{**}	0.071 ^{**}
Line × year	لاین × سال	13	0.018 ^{ns}	0.407 [*]	0.002 ^{ns}	0.002 ^{ns}
Error	خطا	78	0.93	0.19	0.005	0.004
C.V (%)	ضریب تغییرات	—	16.4	15.6	30.1	21.0

ns و ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار در سطح پنج درصد.

ns, ** and * is significant at the five and one percent probability level, and non-significant respectively.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر دوساله غلظت کلر، پتاسیم، سدیم (میلی‌گرم در گرم) و نسبت سدیم به پتاسیم در برگ گندم.

Table 7. Comparison of two year means for the concentration of chlorine, potassium, sodium (mg/g) and sodium to potassium ratio in wheat leaves.

لاین‌ها و ارقام lines and cultivars	کلر chlorine	پتاسیم potassium	سدیم sodium	سدیم به پتاسیم sodium to potassium
line 4	17.46 ^{b-d}	32.25 ^b	1.90 ^{de}	0.059 ^{bc}
D-81-18	18.84 ^{a-d}	24.69 ^e	2.30 ^{a-d}	0.093 ^{d-g}
Line 73	19.06 ^{a-d}	32.67 ^b	1.98 ^{c-e}	0.061 ^{b-d}
Ug 520	17.95 ^{b-d}	37.85 ^a	1.26 ^e	0.033 ^a
Yavarous	20.33 ^{ab}	19.74 ^f	2.95 ^a	0.149 ^g
Line 34	16.75 ^{b-d}	24.81 ^e	2.10 ^{b-d}	0.085 ^{c-g}
Parsi	19.69 ^{a-c}	30.92 ^{b-d}	1.98 ^{c-e}	0.064 ^{b-e}
Line 5	20.31 ^{ab}	32.40 ^b	1.60 ^{de}	0.049 ^b
Line A	17.17 ^{b-d}	26.66 ^{de}	2.40 ^{a-d}	0.090 ^{d-g}
S-83-3	19.34 ^{a-d}	24.46 ^e	2.90 ^{ab}	0.119 ^{fg}
Behrang	21.95 ^a	18.30 ^f	2.76 ^{a-c}	0.151 ^{fg}
Chamran	16.50 ^{cd}	26.83 ^{de}	2.11 ^{b-d}	0.079 ^{b-f}
Sistan	18.51 ^{a-d}	31.17 ^{bc}	2.41 ^{a-d}	0.077 ^{b-f}
Haji abad	16.05 ^d	27.20 ^{c-e}	2.93 ^a	0.108 ^{c-g}

حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

The same letters in each column are not significantly different at 5% probability level.

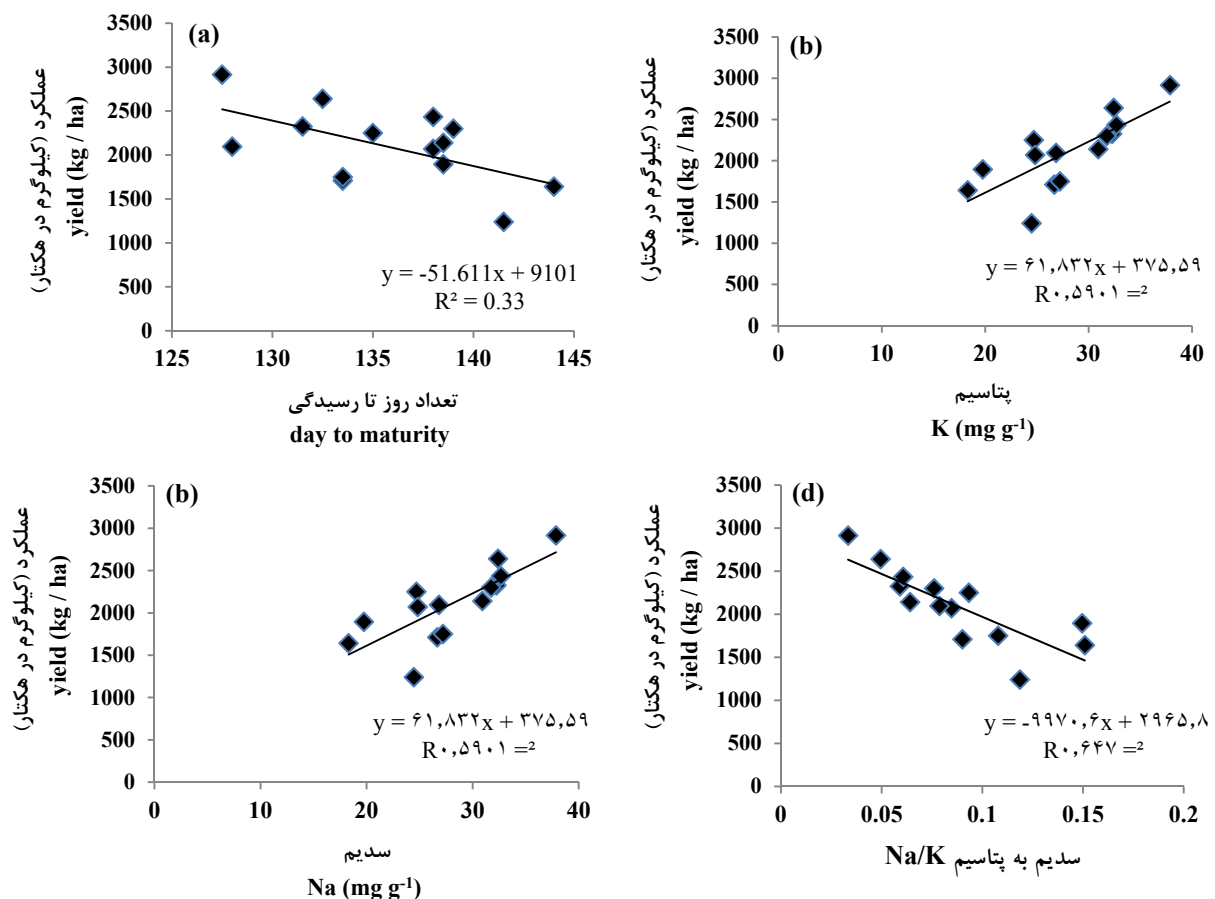
می‌شود (Yang et al., 2009). به علت اثرات منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک و جذب کم آب و عناصر غذایی و تأثیر سوء شوری بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن، انرژی لازم برای رشد مناسب ریشه و اندام هوایی در اختیار آن‌ها قرار نمی‌گیرد (Ashraf and Foolad, 2007). بررسی عملکرد در بین لاین‌ها و ارقام گندم نشان‌دهنده برتری یوجی ۵۲۰، لاین ۵ خشکی، دی ۸۱-۱۸، لاین ۷۳ و لاین ۴ خشکی نسبت به شاهد (رقم چمران) بود؛ بنابراین در شرایط شور هر یک از این ژنوتیپ‌ها می‌توانند جایگزین مناسبی برای رقم شاهد منطقه (چمران) باشند. البته علاوه بر عملکرد دانه، زودرسی ارقام و لاین‌ها هم می‌تواند در انتخاب آن‌ها نقش مهمی داشته باشد. در این رابطه بعد از یوجی ۵۲۰، لاین ۵ خشکی، لاین ۴ خشکی و لاین ۷۳ زودرسی مناسب و دوره رشد کمتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. لازم به ذکر است که لاین‌های ۴ و ۵ خشکی حاصل از آزمایش‌ها خشکی ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب بودند که نسبت به خشکی آخر فصل تحمل خوبی نشان داده بودند. تحمل به شوری این ارقام بیانگر این حقیقت است که فرآیندهای تحمل به

شکل ۶ وابستگی عملکرد دانه را با تعداد روز تا رسیدگی، غلظت پتاسیم، غلظت سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در برگ لاین و ارقام تحت بررسی نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که وابستگی عملکرد دانه با تعداد روز تا رسیدگی در لاین‌های موردبررسی منفی بود، ولی ضریب وابستگی پایینی داشت. به طوری که صفت تعداد روز تا رسیدگی در لاین‌های با عملکرد بالاتر، کوتاه‌تر از سایر لاین‌ها بوده است. نتایج به دست آمده دیگر حاکی از این است که عملکرد دانه، وابستگی منفی و معنی‌داری را با غلظت سدیم برگ و نسبت سدیم به پتاسیم و وابستگی مثبتی را با غلظت پتاسیم نشان داد. این امر بیانگر این حقیقت است که این شاخص‌ها می‌توانند به عنوان معیاری برای درجه تحمل ارقام به شوری استفاده شوند.

کاهش رشد در شرایط شوری در نتیجه تأثیر سمیت نمک، به هم خوردن تعادل یونی، عکس‌العمل بیوشیمیایی یا ترکیبی از این عوامل است (Kashem et al., 2000). کاهش رشد گیاهان تحت تنش می‌تواند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که در نتیجه کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاهان مختلف ایجاد

اقتصادی استفاده شود. زودرسی این قابلیت را به گیاه می‌دهد که عملکرد خود را پیش از شروع تنش ایجاد نماید. ژنوتیپ‌های زودرس که رشد سریع‌تری دارند، بیشتر آب قابل‌دسترس را مصرف می‌کنند و لذا کمتر از ژنوتیپ‌های کند رشد و دیررس در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند که این موجب تولید بیشتری می‌گردد (Jafar, et al., 2012). محققان گزارش کردند که شوری سبب کاهش وزن خشک‌ریشه و اندام هوایی و افزایش غلظت سدیم در اندام هوایی گیاه شد (Houshmand, et al., 2005).

خشکی می‌تواند سبب تحمل بیشتر گیاه نسبت به شوری نیز شوند. به عبارتی تحت شرایط شوری یکی از مشکلات عمده، فشار اسمزی زیاد محلول خاک و اختلال در جذب آب است؛ بنابراین ارقام متحمل به خشکی قادر به جذب بهتر آب تحت شرایط شور و تحمل مناسب‌تر شوری هستند. همچنین می‌توان عنوان کرد که زودرسی، فرار از شوری و کمتر در معرض شوری قرار گرفتن می‌تواند یکی از عوامل مؤثر در تحمل لاین‌ها به شوری باشد و بهتر است که در شرایط تنش شوری از ارقام زودرس و دارای عملکرد



شکل ۶. وابستگی عملکرد دانه با تعداد روز تا رسیدگی (a)، غلظت پتاسیم (b)، غلظت سدیم (c) و نسبت سدیم به پتاسیم (d) در لاین و ارقام مورد بررسی گندم

Fig. 6. The regression between grain yield and days to maturity (a), the concentration of potassium (b) sodium concentration (c) and the ratio of sodium to potassium (d) in lines and varieties wheat under study.

است مربوط به توانایی ژنتیکی این ارقام در تحمل مشکلات ناشی از شوری خاک و آب است. از جمله مشکلات شوری

با توجه به نتایج به دست آمده به نظر می‌رسد آنچه باعث تحمل بیشتر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نسبت به شوری شده

مرده (Poustini and Siosemardeh, 2004) عنوان کردند که زمان لازم برای پر شدن دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری را با نسبت سدیم به پتاسیم گیاه نشان داد. احتمالاً بالا بودن این نسبت شرایط متابولیکی مناسبی را برای پر شدن دانه و افزایش مدت آن ایجاد می‌کند. در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده از عملکرد، اجزاء عملکرد و شاخص‌های شیمیایی تحمل به شوری ژنوتیپ یوجی ۵۲۰ به عنوان ژنوتیپ برتر شناخته شد. زودرسی این ژنوتیپ نسبت به سایر ارقام و لاین‌های مورد بررسی سبب مصرف آب کمتر و مزیت نسبی بیشتر این رقم در شرایط شور و خشک منطقه داراب و زرین‌دشت می‌شود.

قدردانی

نگارندگان از مرکز ملی تحقیقات شوری برای تأمین اعتبار مورد نیاز انجام این پژوهش قدردانی می‌کنند.

آب و خاک سمیت ناشی از زیادی بعضی از یون‌ها مانند سدیم و اختلال در جذب بعضی عناصر غذایی هم چون پتاسیم است (Ferreira-Silva et al., 2008). نتایج آزمایش نشان داد که ارقام و لاین‌هایی که پتاسیم بیشتر و سدیم کمتری جذب می‌کردند، در شرایط شور قادر به تولید عملکرد بیشتری بودند. وابستگی منفی و معنی‌دار بین عملکرد دانه و غلظت سدیم برگ و نسبت سدیم به پتاسیم و همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با غلظت پتاسیم برگ تأییدی بر این مدعا بود؛ بنابراین یکی از فرآیندهای تحمل گندم به شوری ناشی از توانایی ارقام متحمل در تجمع کمتر سدیم در برگ است. تنش شوری می‌تواند مانع از جذب یون‌های معدنی در خاک به علت اثر منفی یون سدیم و به هم خوردن تعادل یونی محلول خاک گردد. هنگامی که گیاه در شرایط شوری قرار می‌گیرد، جریان متعادل انتقال یون‌های سدیم، کلر و دیگر یون‌ها مانند پتاسیم و کلسیم به هم می‌خورد (Khan and Panda, 2008). پوستینی و سی

منابع

- Ashraf, M., Foolad, M.R., 2007. Improving plant abiotic-stress resistance by exogenous application of osmoprotectants glycine betaine and proline. *Environmental and Experimental Botany*. 59, 206-216.
- Ashraf, M., 1994. Breeding for salinity tolerance in plant. *Critical Review in Plant Science*. 13, 17-42.
- Banuls, J., Primo-Millo, E., 1995. Effects of salinity on some citrus scion-combinations. *Annals of Botany*. 76, 97-102.
- Bouyoucos, C.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. *Agronomy Journal*. 54, 406-465.
- Cominelli, E., Conti, L., Tonelli, C., Galbiati, M., 2013. Challenges and perspectives to improve crop drought and salinity tolerance. *New Biotechnology*. 30(4), 355-361.
- El-Hendawy, S.E., Hu, Y., Yakout, G.M., Awad, A.M., Hafiz, S.E., Schmidhalter, U. 2005. Evaluating of salt tolerance of wheat genotypes using multiple parameters. *European Journal of Agronomy*. 22, 243-253.
- Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L., Viegas, R., 2008. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 20(1), 51-59.
- Houshmand, S., Arzani, A., Maibody, S.A., Feizi, M., 2005. Evaluation of salt-tolerant genotypes of durum wheat derived from in vitro and field experiments. *Field Crop Research*. 91, 345-354.
- Jackson, M. L., 1958. *Soil chemical analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Jafar, M.Z., Farooq, M., Cheema, M. A., Afzal, I., Basra, S. M.A., Wahid, M.A., Aziz, T., Shahid, M., 2012. Improving the performance of wheat by seed priming under saline conditions. 198(1), 38-45.
- Kashem, M., Asultana, N., Ikeda, T., Hori, H., Loboda, T., Mitsui, T., 2000. Alteration of starch-sucrose transition in germination wheat seed under sodium chloride. *Salinity Journal of Plant Biology*. 43, 121-127.
- Khan, M. H., Panda, S. K., 2008. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. *Acta Physiological Plant*. 30, 89-91.
- Patterson, B., Macrae, E., Ferguson, I., 1984. Estimation of hydrogen peroxide in plant

- extracts using titanium (IV). *Annual Biochemical*. 139, 487-492.
- Poustini, K., Siosemardeh, A., 2004. Ion distribution in wheat cultivars in response to salinity stress. *Field Crop Research*. 85, 125-133.
- Rezvani Moghaddam, P., Koocheki, A., 2001. Research history on salt affected lands of Iran: Present and future prospects—Halophytic ecosystem. *International Symposium on Prospects of Saline Agriculture in the GCC countries, Dubai, UAE*.
- Saqib, M., Zorb, C., Rengel, Z., Schubert, S., 2005. The expression of the endogenous vacuolar Na^+/H^+ antiporters in roots and shoots correlates positively with the salt resistance. *Plant Science*. 169, 959-965.
- Shannon, M., 1997. Adoption of plants to salinity. *Advances in Agronomy*. 60, 75-120.
- U.S. Salinity Laboratory Staff. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Washington. DC. USDA Handbook No. 60.
- Watanabe, F.S., Olsen, S.R., 1965. Test of an ascorbic acid method for determining phosphorous in water and NaHCO_3 extract from soil. *Soil Science of American Procedure*. 29, 677-678.
- Yang, C., Wang, L., Liu, J., Shi, D., Wang, D. 2009. Comparative effects of salt-stress and alkali-stress on the growth, photosynthesis, solute accumulation, and ion balance of barley plants. *Photosynthetica*. 47, 79-86.