

مقاله پژوهشی

مقایسه تحمل شوری لاین‌های امیدبخش تریتی‌پایرم (*Tritipyrum*) اولیه غیرایرانی با دو رقم گندم در مرحله جوانه‌زنی

زینب پیرسلامی^۱، اسد معصومی اصل^{۲*}، حسین شاهسون‌حسنی^۳، مسعود دهداری^۲

چکیده مبسوط

مقدمه: تنش شوری یکی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. تلاقی بین ارقام اصلاح شده و خویشاوندان وحشی یکی از روش‌های ایجاد گیاهان متحمل به شوری است که ایجاد غله جدید تریتی‌پایروم در این راستا بوده است که به عنوان گیاه دانه‌ای و علوفه‌ای مصرف می‌شود. بررسی اثر شوری در مرحله جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌هاست، زیرا شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد. هدف از این آزمایش بررسی اثرات سطوح مختلف تنش شوری بر جوانه‌زنی لاین‌های امیدبخش تریتی‌پایرم اولیه غیرایرانی و دو رقم گندم الوند (متحمل به شوری) و قدس (حساس به شوری) می‌باشد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۶ انجام شد. فاکتور اول شامل ۱۳ لاین تریتی‌پایرم و دو رقم گندم و فاکتور دوم شامل سطوح مختلف شوری (صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم) بود. پس از ضدعفونی سطحی و کشت بذرها در پتری، اندازه‌گیری صفات مرتبط با جوانه‌زنی تا روز چهاردهم انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با افزایش سطح شوری سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک و تر ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت. بیشترین درصد (۷۹/۷۹) و سرعت جوانه‌زنی (۷۵/۷۴ بذر در روز) در شرایط تنش و بدون تنش، مربوط به لاین Az/b بود. درصد جوانه‌زنی رقم متحمل الوند (۵۵/۵۹ درصد) از ۵ لاین تریتی‌پایروم بیشتر ولی از ۷ لاین دیگر کمتر بود، سرعت جوانه‌زنی آن (۵۳/۶۹ بذر در روز) از ۱۰ لاین تریتی‌پایروم بیشتر بود. درصد و سرعت جوانه‌زنی رقم حساس قدس (به ترتیب ۴۰/۹۸ درصد و ۳۶/۸۷ بذر در روز) از همه لاین‌های تریتی‌پایروم کمتر بود. در شرایط تنش شوری، لاین La/b دارای بیشترین طول ریشه‌چه (۷/۷۷ سانتی‌متر) بود که حتی از طول ریشه‌چه رقم متحمل الوند (۴/۹ سانتی‌متر) نیز بیشتر بود. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در شرایط تنش به لاین Ka/b (۰/۲۷ گرم) و کمترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به رقم قدس (۰/۱۳ گرم) مربوط بود. در بین صفات جوانه‌زنی، بیشترین و کمترین وراثت‌پذیری به ترتیب مربوط به صفت طول ساقه‌چه در شرایط تنش و بدون تنش و صفت وزن تر ریشه‌چه (در شرایط عدم تنش) و طول ریشه‌چه (در شرایط تنش) بود. واریانس ژنتیکی صفات طول ساقه‌چه و درصد جوانه‌زنی در شرایط عدم تنش نسبت به شرایط تنش بیشتر بود و گزینش در شرایط عدم تنش از بازدهی بالاتری نسبت به شرایط تنش برخوردار خواهد بود. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را در شرایط نرمال و شوری در چهار گروه قرار داد. در شرایط تنش شوری، رقم متحمل به شوری به تنهایی در خوشه چهارم قرار گرفت. رقم حساس به شوری نیز با لاین St/b در خوشه سوم قرار گرفت. بقیه لاین‌های تریتی‌پایروم مورد بررسی در دو خوشه اول و دوم قرار گرفتند که لاین ترکیبی (Ka/b)(Cr/b)F6 در خوشه اول قرار گرفت. بنظر می‌رسد شرایط تنش شوری رقم قدس را از همه لاین‌های تریتی‌پایروم (بجز St/b) جدا کرده است ولی در شرایط نرمال چنین نبود که حاکی از صحت خوشه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی است.

نتیجه‌گیری: نتایج این تحقیق تحمل به شوری را در اکثر لاین‌های ساده و ترکیبی این گیاه در مرحله جوانه‌زنی اثبات نمود که از بین آنها لاین‌های ترکیبی (St/b)(Cr/b)F3، (Ka/b)(Cr/b)F6 و (Ka/b)(Cr/b)F3 و La(4B/4D)×(b) و لاین‌های ساده La/b و Az/b و St/b بهتر از بقیه بوده‌اند. لذا این لاین‌های منتخب می‌توانند در بررسی‌های تکمیلی آتی مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تلاقی، تنوع ژنتیکی، طول ساقه‌چه، وراثت‌پذیری

جنبه‌های نوآوری:

- ۱- گیاه تریتی‌پایروم جدید بوده و قبل از معرفی نیاز به بررسی در سطح جوانه‌زنی دارد.
- ۲- لاین‌های ساده همراه با لاین‌های ترکیبی گیاه تریتی‌پایروم مورد بررسی قرار گرفته که می‌تواند تأثیر تلاقی‌ها را نشان دهد.
- ۳- گروه‌بندی لاین‌ها از جهت تحمل یا حساسیت فقط بر اساس صفات جوانه‌زنی انجام شده است.



مقدمه

شوری یکی از تنش‌های مهم محیطی است که موجب محدودیت در تولید محصولات زراعی می‌شود (چندان^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). مناطق خشک و نیمه خشک خاک‌های با حاصلخیزی کمتر دارند که به دلیل وجود نمک در این خاک‌هاست (اشرف و هاریس^۲، ۲۰۰۴). بیشتر شوری‌ها به دلیل عوامل طبیعی مانند بارندگی، دما، رطوبت، نور و باد در مناطق گرم و خشک رخ می‌دهد. علاوه بر این، هوازگی سنگ‌های مادری موجب آزاد شدن نمک‌هایی شامل کلرید سدیم، کلسیم، منیزیم و به مقدار کم سولفات و کربن می‌شود. دلیل دیگر شوری خاک، نمک‌های اقیانوس‌هاست که توسط باران و باد حمل می‌شوند. مطابق با تخمین فائو، بالغ بر ۶ درصد زمین‌های جهان متأثر از شوری هستند (پریهر^۳ و همکاران، ۲۰۱۵). جهت رفع مشکل شوری، عملیات زراعی و مدیریت آبیاری مناسب ضروری است اما به دلیل شور شدن تدریجی خاک و پائین بودن کیفیت آب آبیاری، ایجاد گیاهان زراعی متحمل به شوری ضرورت دارد. جو و چاودار از گیاهان مقاوم به شوری شناخته می‌شوند در صورتی که گندم تحمل کمتری نسبت به شوری دارد (میرزایی‌پور^۴ و همکاران، ۲۰۱۰).

تلاقی بین ارقام اصلاح شده و خویشاوندان وحشی برای تولید ارقام متحمل، در فرآیندهای اصلاحی گندم مرسوم است، زیرا ذخایر گیاهی وحشی دارای ژن‌های مقاوم به بیماری‌ها و تنش‌های محیطی می‌باشند. از تلاقی بین گندم‌های زراعی و خویشاوندان وحشی آن، گندم هگزاپلوئید مصنوعی تولید می‌شود (دلبلانکو^۵ و همکاران، ۲۰۰۰). در اواخر سال ۱۹۳۶ از تلاقی گندم زراعی با گونه وحشی گندم از جنس *thinopyrum* آمفی‌پلوئیدی بوجود آمد که متحمل به شوری است. لاین‌های اولیه هگزاپلوئید ($2n=6x=42$) (AABBE^bE^b) و اکتاپلوئید ($2n=8x=56$) (AABBDE^bE^b) به ترتیب از تلاقی گندم نان و گندم دوروم با علف شور ساحل با فرمول ژنومی E^bE^b

حاصل شده‌اند. این آمفی‌پلوئید ساخته دست بشر، در آب حاوی ۲۵۰ میلی‌مول نمک طعام رشد کرده و به شوری تحمل نشان می‌دهد. والد پدری تریتی‌پایرم، علف شور ساحل گیاهی وحشی از خانواده گندمیان، دیپلوئید، بومی منطقه کریمه اکراین و حاوی ژن‌های تحمل به شوری است (رودباری^۶ و همکاران، ۲۰۱۶).

بررسی اثر شوری روی سرعت و درصد جوانه‌زنی و همچنین رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بسیاری از گیاهان زراعی نشان داده که تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه‌هاست، زیرا شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌گردد (فریدا^۷، ۱۹۹۶). جوانه‌زنی بذر و تولید ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط تنش شوری با تأخیر و میزان کم انجام می‌گیرد. اثرات شوری در نهایت منجر به استقرار ضعیف گیاهچه‌ها و مرگ آن‌ها می‌گردد (خان^۸ و همکاران، ۱۹۹۷). بعضی گیاهان مانند گندم و ذرت در مرحله ظهور گیاهچه و مراحل اولیه رشد، بیشتر از مراحل بعدی رشدی به شوری حساس می‌باشند و این حساسیت در ارقام مختلف متفاوت است (اشرف و هاریس، ۲۰۰۴). نتایج بررسی واکنش ارقام متحمل گندم به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و گیاهچه نشان داد که ارقام مختلف از نظر تحمل به شوری دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشند (قوامی^۹ و همکاران، ۲۰۰۴). نتایج بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی سه رقم گندم نشان داد که سرعت جوانه‌زنی با افزایش شوری کاهش یافته است ولی درصد جوانه‌زنی تا شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر ثابت بود و در شوری بالاتر از آن کاهش یافت. همچنین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اصلی و تعداد و طول ریشه‌های فرعی تا شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر ثابت بود ولی پس از آن کاهش یافت (گلدانی و لطیفی^{۱۰}، ۲۰۰۳). یون‌های موجود در خاک یا آب آبیاری قادر به تحریک و بازدارندگی در جوانه‌زنی می‌باشند. تنش شوری بیشتر باعث تأخیر در جوانه‌زنی،

⁶ Roudbari

⁷ Farida

⁸ Khan

⁹ Ghavami

¹⁰ Goldani and Latifi

¹ Chandan

² Ashraf and Harris

³ Parihar

⁴ Mirzaei-pour

⁵ Del Blanco

در ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۴ روز نگهداری و سپس صفات وزن تر و خشک ریشه‌چه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه اندازه‌گیری و درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی نیز به ترتیب با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ محاسبه گردیدند (هاجر^۲ و همکاران، ۱۹۹۶):

$$GP = (n_i/N) \times 100 \quad \text{رابطه ۱:}$$

$$GR = n_1/D_1 + n_2/D_2 + \dots + n_{14}/d_{14} \quad \text{رابطه ۲:}$$

در این رابطه، GP درصد جوانه‌زنی و n_i تعداد بذر جوانه‌زده تا روز i ، N تعداد کل بذر، GR سرعت جوانه‌زنی بر حسب تعداد بذر در روز، n تعداد بذره‌های جوانه‌زده و D تعداد روز است. پس از تجزیه آماری صفات اندازه‌گیری شده، مقایسه میانگین تیمارها به روش حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) برای اثرات اصلی و برای صفاتی که برهمکنش معنی‌دار داشتند، با رویه L.S.Means با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید. آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی نیز محاسبه گردیدند. آنالیز خوشه‌ای و رسم دندروگرام‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر شوری و اثر ژنوتیپ بر تمامی صفات جوانه‌زنی معنی‌دار بود، ولی برهمکنش شوری با ژنوتیپ فقط بر طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین سطوح شوری برای صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه (جدول ۳) نشان داد که با افزایش سطح شوری، هر چهار صفت فوق روند کاهشی داشتند، بطوریکه در سطح شوری ۲۴۰ میلی مولار درصد جوانه‌زنی به ۳۸/۵ درصد رسیده است در حالیکه در شرایط بدون تنش، درصد جوانه‌زنی حدود ۸۰ درصد بود، یعنی کاهش ۵۱/۷ درصدی مشاهده شد.

کاهش سرعت جوانه‌زنی، کاهش درصد جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌شود (اشرف و هاریس، ۲۰۰۴). رازقی جهرمی^۱ و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی تأثیر تنش تنش شوری بر جوانه‌زنی گندم رقم کرسو، تربیتیکاله، تربیتی‌پایرم‌های St/b, Ka/b, La/b و نسل‌های ۴ و ۵، ۶ (Ka/b)(Cr/b) نشان دادند که لاین (Ka/b)(Cr/b)F₅ دارای بیشترین میانگین طول ریشه‌چه و تعداد ریشه‌چه بود و بیشترین مقدار وزن خشک و تر ریشه‌چه به لاین (Ka/b)(Cr/b)F₆ تعلق داشت. هدف از این پژوهش، تعیین لاین‌های تربیتی‌پایروم متحمل و حساس به تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و دسته‌بندی لاین‌های مورد بررسی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف شوری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی ۱۳ لاین امیدبخش غله جدید تربیتی‌پایروم اولیه غیر ایرانی (جدول ۱) و دو رقم گندم متحمل (الوند) و حساس (قدس) به شوری، آزمایشی در آزمایشگاه ژنتیک دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. لاین‌های تربیتی‌پایروم از آقای دکتر حسین شاهسوند حسنی (عضو هیات علمی دانشگاه شیراز که مالکیت ایشان نسبت به این لاین‌ها در موسسه JIC انگلیس ثبت شده و الان امتیاز این گیاه متعلق به دانشگاه شیراز است) و ارقام گندم متحمل (الوند) و حساس (قدس) نیز از مرکز اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند.

تحقیق بصورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار صورت گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل ۱۳ لاین امیدبخش غله جدید تربیتی‌پایروم اولیه غیر ایرانی، ۲ رقم گندم اصلاح شده ایرانی (الوند و قدس) و ۴ سطح شوری (صفر، ۸۰، ۱۶۰ و ۲۴۰ میلی‌مولار نمک کلرید سدیم) بودند. ابتدا با استفاده از نمک طعام آزمایشگاهی، محلول‌های نمکی با غلظت‌های فوق‌الذکر تهیه شد و سپس اعمال تیمارهای شوری با استفاده از آب مقطر و محلول‌های نمکی در طی ۱۴ روز انجام شد. بذره‌های هر ژنوتیپ با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی شدند. بذرها

² Hajar

¹ Razeghi Jahromi

جدول ۱. نام و شجره لاین‌های تریپیتی‌پایرم مورد مطالعه

Table 1. Name and pedigree of the studied Tritipytum lines

نام	شجره
(Az/b)	Aziah/ <i>Th. bessarabicum</i>
(Cr/b)	Creso / <i>Th. bessarabicum</i>
(Ka/b)	Karim / <i>Th. bessarabicum</i>
(La /b)	Langdon/ <i>Th. bessarabicum</i>
(St/b)	Stewart / <i>Th. bessarabicum</i>
(Ka/b×Cr/b)F ₂	Karim / <i>Th. bessarabicum</i> × Creso / <i>Th. bessarabicum</i>
(Ka/b×Cr/b)F ₃	Karim / <i>Th. bessarabicum</i> × Creso / <i>Th. bessarabicum</i>
(Ka/b×Cr/b)F ₅	Karim / <i>Th. bessarabicum</i> × Creso / <i>Th. bessarabicum</i>
(Ka/b×Cr/b)F ₆	Karim / <i>Th. bessarabicum</i> × Creso / <i>Th. bessarabicum</i>
(Ma/b×Cr/b)F ₃	Macoum / <i>Th. bessarabicum</i> × Creso / <i>Th. bessarabicum</i>
(Ma/b×Cr/b)F ₄	Macoum / <i>Th. bessarabicum</i> × Creso / <i>Th. bessarabicum</i>
La(4B/4D)/b	Langdon/ <i>Th. bessarabicum</i>
(St/b×Cr/b)	Stewart / <i>Th. bessarabicum</i> × Creso / <i>Th. bessarabicum</i>

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مربوط به جوانه‌زنی لاین‌های امیدبخش تریپیتی‌پایرم غیرایرانی در مقایسه با دو رقم گندم نان

Table 2. Analysis of variance of traits related to the germination of promising non-Iranian Tritipytum lines compared to two bread wheat cultivars

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه
S.O.V	D.F	Germination percentage	Germination rate	Root length	Shoot length	Root fresh weight	Root dry weight	Shoot fresh weight	Shoot dry weight
شوری	3	15595.90**	166.419*	13.3**	155.90*	0.0052**	0.0040**	0.0054**	0.0038**
ژنوتیپ	14	981.21**	681.43**	20.5**	16.93**	0.00059**	0.00023**	0.00056**	0.00034**
شوری×ژنوتیپ	42	36.50	45.65	0.60*	0.46	0.000038	0.000027*	0.00004	0.00003*
خطا	120	43.93	56.49	0.35	1.26	0.00003	0.000015	0.00003	0.000012
ضریب تغییرات (%)		11.93	12.56	9.83	14.29	10.75	12.60	11.28	11.44

*: نشان‌دهنده معنی دار بودن اختلاف آماری در سطح ۵ درصد است.

*: Showed significant statistical difference at 5% level

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی در لاین‌های اولیه و ترکیبی امیدبخش تریپیتی‌پایرم غیرایرانی با دو رقم گندم نان در سطوح شوری مختلف

Table 3. Mean comparison of germination traits in primary and hybrid lines of promising non-Iranian Tritipytum with two bread wheat cultivars at different salinity levels

شوری (میلی‌مولار)	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)
Salinity (mM)	Germination percentage	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	Shoot fresh weight (g)
0	79.841 ^a	9.9290 ^a	0.062325 ^a	0.060619 ^a
80	60.000 ^b	8.5749 ^b	0.056639 ^b	0.052670 ^b
160	43.651 ^c	7.3646 ^c	0.047000 ^c	0.048686 ^c
240	38.571 ^d	5.5457 ^d	0.037873 ^d	0.034356 ^d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد. In each column, means with the same letters are not significant at p≤0.05 on basis of LSD test.

جوانه‌زنی داشته باشد. با اینکه شوری بالاتر از ۱۵۰ میلی مولار شوری بالایی در غلات است ولی این لاین توانسته آن را تحمل نماید طوری که درصد جوانه‌زنی آن حتی از رقم متحمل الوند نیز بیشتر بود. رازقی جهرمی و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی لاین‌های مختلف تریتی‌پایروم نشان دادند که تریتی‌پایروم لاین St/b در تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نمک طعام دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی بود. بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه به ترتیب مربوط به لاین $(Ka/b)(Cr/b)F_6$ و رقم قدس می‌باشد. اگر این صفت را معیار گزینش قرار دهیم لاین $(Ka/b)(Cr/b)F_6$ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها تحمل بهتری نسبت به شوری نشان داده است هرچند با چهار ژنوتیپ دیگر اختلاف معنی‌داری ندارد. از نظر طول ساقه‌چه، لاین Az/b با رقم متحمل الوند در یک گروه قرار گرفت. میرمحمدی میبدی و قره یاضی (۲۰۰۳) بیان کردند که طول ساقه‌چه، وزن ساقه و وزن ماده خشک در اثر تنش شوری کاهش می‌یابد. کافی و استوارت^۴ (۲۰۰۱) بیان کردند که در گندم کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین و کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش، موجب کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها شده و باعث ایجاد اختلال در رشد ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌گردد. با اینحال محبتی^۵ (۲۰۰۲) نشان داد که تنش شوری باعث کاهش معنی‌دار طول ساقه شده است.

در تنش شوری ۲۴۰ میلی مولار، بیشترین وزن تر ریشه‌چه مربوط به لاین $(Ka/b)(Cr/b) F_6$ و کمترین آن مربوط به لاین Az/b بود. در این سطح شوری، بیشترین وزن تر ساقه‌چه مربوط به لاین Az/b و کمترین آن متعلق به رقم قدس بود (جدول ۴).

مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای طول ریشه‌چه (جدول ۵) نشان داد که در تنش ۲۴۰ میلی‌مولار نمک طعام، بیشترین طول ریشه‌چه به رقم الوند و کمترین آن به لاین $(St/b)(Cr/b)F_3$ تعلق داشت در این سطح شوری، طول ریشه‌چه همه لاین‌ها و نیز رقم قدس از طول ریشه‌چه رقم متحمل الوند کمتر بود و این واکنش بیانگر تحمل بهتر این رقم به شوری

با افزایش سطح شوری، درصد جوانه‌زنی روند کاهشی نشان داد طوری که کمترین درصد جوانه‌زنی در تنش شوری ۲۴۰ میلی‌مولار مشاهده شد (جدول ۳). رازقی جهرمی و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که در تنش شوری ۲۰۰ میلی‌مولار نمک کلریدسدیم، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. کاهش درصد جوانه‌زنی در ارقام گندم حساس در اثر تنش شوری قبلاً نیز گزارش شده است (اکبری‌قوژدی^۱ و همکاران، ۲۰۱۱). مقایسه میانگین طول ساقه‌چه در سطوح مختلف شوری نشان داد که با افزایش سطوح شوری طول ساقه‌چه کاهش یافت (جدول ۳). شوری به علت افزایش فشار اسمزی منجر به کاهش جذب آب و در نهایت کاهش تقسیم و طویل شدن سلولی شده و باعث کوتاه شدن طول ساقه می‌شود (میرمحمدی میبدی و قره یاضی^۲، ۲۰۰۳). صفات طول ساقه‌چه، وزن ساقه‌چه و وزن ماده خشک در اثر تنش شوری کاهش می‌یابند. بیشترین وزن تر ریشه‌چه مربوط به شرایط بدون تنش و کمترین آن مربوط به تنش ۲۴۰ میلی مولار است (جدول ۳). در بررسی اثر سطوح مختلف تنش شوری روی جوانه‌زنی ۸ لاین‌های تریتی‌پایروم اولیه غیر ایرانی مشاهده شده که لاین $(Ka/b)(Cr/b)F_6$ دارای بالاترین وزن تر و خشک ریشه‌چه بوده و مقاومت بالایی نیز به تنش شوری نشان داد (رازقی جهرمی و همکاران، ۲۰۰۷). کمترین وزن تر ساقه‌چه مربوط به شوری ۲۴۰ میلی مولار بود (جدول ۳). شوری با اثر روی فتوسنتز باعث بسته شدن روزنه‌های هوایی شده و رشد گیاه را به تأخیر می‌اندازد (بونرت و جنسن^۳، ۱۹۹۶).

نتایج بررسی اثر ژنوتیپ روی صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه و وزن تر ساقه‌چه در سطح شوری ۲۴۰ میلی مولار (جدول ۴) نشان داد که در تنش ۲۴۰ میلی‌مولار، بیشترین و کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب مربوط به لاین Az/b و رقم قدس بود. بنظر می‌رسد لاین Az/b نسبت به تنش شوری بالا (۲۴۰ میلی مولار نمک طعام) تحمل بیشتری داشته و توانسته حدود ۸۰ درصد

¹ Akbari Ghogdi

² Mirmohammadi Maibodi and Ghareyazi

³ Bohnert and Jensen

⁴ Kafi and Stewart

⁵ Mohabbati

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی در لاین‌های امیدبخش تری‌تیپوم پایرم غیرایرانی در مقایسه با دو رقم گندم نان ایرانی در شرایط تنش شوری ۲۴۰ میلی‌مول نمک طعام

Table 4. Mean comparison of germination traits in promising non-Iranian Tritipyrum lines in comparison with two Iranian bread wheat cultivars under 240 mM NaCl salinity stress

ژنوتیپ Genotype	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز) Germination rate (seed / day)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Root length (cm)	وزن تر ریشه‌چه (گرم) Root fresh weight (g)	وزن تر ساقه‌چه (گرم) Shoot fresh weight (g)
(Ka/b)(Cr/b)F3	66.10 ^b	52.56 ^{dc}	8.82 ^a	0.055 ^{a-c}	0.055 ^{ab}
(St/b)(Cr/b) F3	56.445 ^{c-e}	51.46 ^{d-f}	7.00 ^h	0.047 ^{a-d}	0.046 ^d
(Ma/b)(Cr/b)F4	61.23 ^c	56.58 ^{bc}	8.12 ^{a-d}	0.057 ^{ab}	0.042 ^{de}
St/b	58.33 ^{c-e}	43.56 ^g	8.70 ^{ab}	0.058 ^{ab}	0.055 ^{ab}
(Ka/b)(Cr/b) F2	57.73 ^{c-e}	57.56 ^b	7.63 ^{ef}	0.054 ^{a-c}	0.046 ^d
Az/b	79.79 ^a	75.74 ^a	7.88 ^e	0.043 ^{b-c}	0.058 ^a
Ka/b	57.53 ^{c-e}	52.55 ^{de}	8.54 ^{a-c}	0.052 ^{a-c}	0.049 ^{bc}
La/b	52.97 ^{c-e}	51.81 ^{d-f}	7.84 ^e	0.052 ^{a-c}	0.039 ^e
(Ka/b)(Cr/b)F6	52.38 ^{c-e}	47.21 ^g	8.95 ^a	0.062 ^a	0.043 ^{cd}
(Ka/b)(Cr/b) F5	50.59 ^{ef}	47.65 ^g	6.95 ^{hi}	0.050 ^{a-c}	0.049 ^{bc}
La/b(4b4d)*d	50.59 ^{ef}	46.87 ^{gh}	7.34 ^{e-g}	0.044 ^{c-g}	0.049 ^{bc}
Cr/b	48.81 ^{fg}	45.76 ^{g-i}	6.76 ^{h-j}	0.048 ^{a-c}	0.053 ^{ab}
(Ma/b)(Cr/b) F3	47.02 ^{fg}	41.76 ^k	7.58 ^{ef}	0.051 ^{a-c}	0.052 ^{ab}
الوند Alvond	55.59 ^{c-e}	53.69 ^{b-d}	7.54 ^{ef}	0.047 ^{a-d}	0.051 ^{ab}
قدس Gods	40.98 ^h	36.87 ^l	7.87 ^e	0.046 ^{a-d}	0.036 ^e

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each column, means with the same letters are not significant at $p \leq 0.05$ on basis of LSD test.

سدیم یا عدم توازن در جذب مواد غذایی باشد. کاهش طول ریشه‌چه یا ساقه‌چه در سطوح بالای تنش ممکن است بدلیل کند شدن جذب آب برای حفظ توازن اسمزی کل بدنه گیاه باشد (داتا^۳ و همکاران، ۲۰۰۹).

مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن خشک ریشه‌چه (جدول ۶) نشان داد که در تنش ۲۴۰ میلی‌مولار نمک طعام، بیشترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به لاین Ka/b و کمترین آن مربوط به قدس می‌باشد. در این سطح شوری، وزن خشک ریشه‌چه لاین‌های La/b و (Ka/b)(Cr/b)F₆ و St/b از وزن خشک ریشه‌چه رقم متحمل الوند بیشتر بود و این واکنش بیانگر تحمل بهتر این لاین‌ها به شوری بالاست. به‌نظر می‌رسد لاین Ka/b از نظر وزن خشک ریشه‌چه نسبت به رقم متحمل الوند برتری دارد و لذا کاندید خوبی برای بررسی‌های بعدی می‌تواند باشد.

بالاست. مشابه چنین نتیجه‌ای را محققان دیگری نیز گزارش نمودند. بر اساس گزارش رازقی جهرمی و همکاران (۲۰۱۲) در شرایط تنش شوری بیشترین میانگین طول و تعداد ریشه‌چه مربوط به لاین ترکیبی اولیه (Ka/b)(Cr/b)F₅ بود. بر اساس نتایج بنده‌حق^۱ و همکاران (۲۰۰۴) تنش شوری موجب تأخیر در جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌گردد. بیابانی^۲ و همکاران (۲۰۱۳) نیز با مطالعه اثر تنش شوری روی جوانه‌زنی ۶ رقم گندم نشان دادند که بین میزان جذب آب، درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه با تنش شوری رابطه مستقیمی وجود دارد به طوری که افزایش تنش شوری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی شده و آن را به تأخیر می‌اندازد. کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ممکن است به دلیل سمیت ناشی از سطوح بالای تنش شوری کلرید

^۱ Bandehhagh

^۲ Biabani

^۳ Datta

جدول ۵. مقایسه میانگین برهمکنش شوری در ژنوتیپ برای صفت طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) در لاین‌های امیدبخش تریتی‌پایرم غیر ایرانی در مقایسه با دو رقم گندم نان ایرانی

Table 5. Mean comparison of salinity interaction across genotypes for root length (cm) trait in promising non-Iranian Tritipyrum lines compared to two Iranian bread wheat cultivars

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity (mM)			
	0	80	160	240
Alvand الوند	10.42 ^a	8.92 ^{ab}	7.55 ^{ab}	5.77 ^a
Gods قدس	10.30 ^a	4.14 ^f	3.61 ^g	5.34 ^{ab}
La/b	10.15 ^{ab}	7.77 ^{a-c}	6.13 ^{cd}	5.33 ^{ab}
St/b	9.57 ^{ab}	6.70 ^{cd}	6.08 ^{cd}	4.96 ^{bc}
(Ka/b)(Cr/b)F5	9.08 ^{a-c}	9.54 ^a	6.50 ^{bc}	4.96 ^{bc}
La(4B/4D)*(b)	8.80 ^{b-d}	6.09 ^{c-e}	5.64 ^e	4.36 ^{cd}
(Ka/b)(Cr/b)F3	7.91 ^{c-e}	6.51 ^{c-e}	5.30 ^e	4.31 ^{cd}
Cr/b	7.56 ^{de}	4.68 ^{ef}	4.44 ^f	4.00 ^d
(Ka/b)(Cr/b)F6	8.16 ^{ce}	7.55 ^{bc}	8.86 ^a	3.97 ^d
(Ka/b)(Cr/b)F2	7.44 ^{de}	6.48 ^{c-e}	5.70 ^{de}	3.66 ^f
(Ma/b)(Cr/b)F3	7.22 ^{ef}	5.65 ^{d-f}	4.66 ^f	3.55 ^f
(Ma/b)(Cr/b)F4	7.79 ^{ef}	5.09 ^{d-f}	4.46 ^f	3.50 ^f
Ka/b	7.92 ^{c-e}	6.50 ^{c-e}	6.27 ^{cd}	3.12 ^g
Az/b	6.96 ^f	6.10 ^{c-e}	4.38 ^f	2.80 ^h
(St/b)(Cr/b)F3	5.98 ^f	5.28 ^{d-f}	4.65 ^f	2.38 ⁱ

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each column, means with the same letters are not significant at $p \leq 0.05$ on basis of LSD test.

مربوط به رقم قدس می‌باشد. در این سطح شوری، وزن خشک ساقه‌چه لاین La/b از وزن خشک ریشه‌چه رقم متحمل الوند نیز بیشتر بود و این واکنش بیانگر تحمل بهتر این لاین به شوری بالاست. در بین لاین‌های تریتی‌پایروم مورد بررسی، سه لاین ترکیبی $(St/b)(Cr/b)F_3$ ، $(Ka/b)(Cr/b)F_3$ و $La(4B/4D) \times (b)$ از نظر روند کاهشی وزن خشک ساقه‌چه در اثر افزایش سطح شوری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها بهتر عمل کرده‌اند، لذا به نظر می‌رسد با توجه به این صفت، این لاین‌های ترکیبی کاندیدای مناسبی برای بررسی تحمل به شوری باشند.

ژنوتیپ‌هایی که دارای مقادیر بالایی از وزن تر و خشک ریشه‌چه باشند به عنوان ژنوتیپ‌های متحمل به شوری شناخته می‌شوند (رازقی‌جهرمی و همکاران، ۲۰۰۷). شوری به دو علت موجب کاهش رشد گیاهان می‌شود: نخست بدلیل ایجاد تنش اسموتیک و کاهش دسترسی گیاه به آب، دوم بدلیل افزایش غلظت نمک در سلول و ایجاد سمیت. گزارش شده که تنش شوری موجب کاهش قابل توجه در وزن خشک و تر برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌ها در گیاه جو می‌شود (دمیرال^۱ و همکاران، ۲۰۰۵). رجبی^۲ و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کرده‌اند که وزن خشک ریشه‌چه بالا می‌تواند معیاری برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش باشد.

مقایسه میانگین برهمکنش شوری و ژنوتیپ برای صفت وزن خشک ساقه‌چه (جدول ۷) نشان داد که در تنش ۲۴۰ میلی‌مولار نمک طعام، بیشترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به لاین La/b و رقم الوند و کمترین آن

¹ Demiral

² Rajabi

جدول ۶. مقایسه میانگین برهمکنش شوری در ژنوتیپ برای صفت وزن خشک ریشه‌چه (گرم) در لاین‌های امیدبخش تریتیپایرم غیر ایرانی در مقایسه با دو رقم گندم نان ایرانی

Table 6. Mean Comparison of interaction of salinity in genotype for root dry weight (g) trait in non-Iranian promising Tritipyrum lines compared to two Iranian bread wheat cultivars

ژنوتیپ Genotype	Salinity (mM) شوری			
	0	80	160	240
Alvand الوند	0.054 ^b	0.043 ^a	0.032 ^a	0.021 ^{ab}
Gods قدس	0.054 ^b	0.043 ^a	0.026 ^{bc}	0.013 ^{cd}
La/b	0.048 ^{bc}	0.043 ^a	0.032 ^a	0.023 ^{ab}
St/b	0.065 ^a	0.032 ^{b-d}	0.029 ^b	0.022 ^{ab}
(Ka/b)(Cr/b)F5	0.045 ^{b-d}	0.034 ^{bc}	0.028 ^b	0.013 ^{cd}
La(4B/4D)*(b)	0.029 ^f	0.028 ^{b-e}	0.026 ^{bc}	0.017 ^{bc}
(Ka/b)(Cr/b)F3	0.042 ^{b-d}	0.035 ^{bc}	0.027 ^b	0.018 ^{bc}
Cr/b	0.040 ^{b-e}	0.035 ^{bc}	0.026 ^{bc}	0.017 ^{bc}
(Ka/b)(Cr/b)F6	0.052 ^b	0.040 ^{ab}	0.035 ^a	0.023 ^{ab}
(Ka/b)(Cr/b)F2	0.049 ^{bc}	0.038 ^{bc}	0.028 ^b	0.013 ^{cd}
(Ma/b)(Cr/b)F3	0.039 ^{b-e}	0.028 ^{b-e}	0.022 ^{b-d}	0.017 ^{bc}
(Ma/b)(Cr/b)F4	0.039 ^{b-e}	0.034 ^{bc}	0.024 ^{b-d}	0.015 ^{b-d}
Ka/b	0.038 ^{b-e}	0.032 ^{b-d}	0.032 ^a	0.027 ^a
Az/b	0.035 ^{b-e}	0.030 ^{b-d}	0.022 ^{b-d}	0.018 ^{bc}
(St/b)(Cr/b)F3	0.038 ^{b-e}	0.029 ^{b-e}	0.027 ^b	0.017 ^{bc}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each column, means with the same letters are not significant at $p \leq 0.05$ on basis of LSD test.

جدول ۷. مقایسه میانگین برهمکنش شوری در ژنوتیپ برای صفت وزن خشک ساقه‌چه (گرم) در لاین‌های امیدبخش تریتیپایرم غیر ایرانی در مقایسه با دو رقم گندم نان ایرانی

Table 7. Mean comparison of interaction of salinity in genotype for shoot dry weight (g) trait in promising non-Iranian Tritipyrum lines compared to two Iranian bread wheat cultivars

ژنوتیپ Genotype	Salinity (mM) شوری			
	0	80	160	240
Alvand الوند	0.055 ^a	0.045 ^a	0.033 ^{ab}	0.0276 ^a
Gods قدس	0.051 ^a	0.044 ^a	0.027 ^{bc}	0.011 ^{gh}
La/b	0.050 ^a	0.044 ^a	0.039 ^a	0.028 ^a
St/b	0.048 ^{ab}	0.040 ^{ab}	0.038 ^a	0.024 ^{bc}
(Ka/b)(Cr/b)F5	0.040 ^{bc}	0.035 ^c	0.028 ^{bc}	0.0193 ^c
La(4B/4D)*(b)	0.038 ^{cd}	0.033 ^{cd}	0.028 ^{bc}	0.0193 ^c
(Ka/b)(Cr/b)F3	0.039 ^{cd}	0.032 ^{cd}	0.027 ^{bc}	0.0188 ^{cd}
Cr/b	0.043 ^b	0.032 ^{cd}	0.027 ^{bc}	0.0183 ^{cd}
(Ka/b)(Cr/b)F6	0.048 ^{ab}	0.042 ^{ab}	0.026 ^{bc}	0.0175 ^{de}
(Ka/b)(Cr/b)F2	0.038 ^{cd}	0.032 ^{cd}	0.026 ^{bc}	0.018 ^{cd}
(Ma/b)(Cr/b)F3	0.038 ^{cd}	0.031 ^{de}	0.021 ^{ef}	0.014 ^{fg}
(Ma/b)(Cr/b)F4	0.036 ^{de}	0.027 ^{ef}	0.025 ^{cd}	0.015 ^{fg}
Ka/b	0.035 ^{ef}	0.031 ^{de}	0.024 ^{de}	0.016 ^{fg}
Az/b	0.0336 ^f	0.026 ^{ef}	0.021 ^{ef}	0.012 ^g
(St/b)(Cr/b)F3	0.031 ^g	0.029 ^{de}	0.025 ^{cd}	0.024 ^{bc}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف آنها در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشد.

In each column, means with the same letters are not significant at $p \leq 0.05$ on basis of LSD test.

جدول ۸. ضرایب تنوع فنوتیپی، ژنوتیپی و قابلیت توارث‌پذیری عمومی صفات مربوط به جوانه‌زنی لاین‌های امیدبخش تربیتی پایرم غیر ایرانی در مقایسه با دو رقم ایرانی در شرایط تنش شوری و نرمال

Table 8. Phenotypic, genotypic coefficients and general heritability of germination traits of promising non-Iranian *Triticum* lines compared to two Iranian cultivars under salinity and normal conditions

صفات Traits	میانگین Mean		واریانس محیطی Environment Variance		واریانس ژنتیکی Genetic Variance		ضریب تنوع فنوتیپی (%) Phenotypic variance coefficient		ضریب تنوع ژنوتیپی (%) Genotypic variance coefficient		وراثت پذیری عمومی (%) General heritability	
	عدم تنش Non- stres s	تنش Stress	عدم تنش Non- stress	تنش Stress	عدم تنش Non- stress	تنش Stress	عدم تنش Non- stress	تنش Stress	عدم تنش Non- stress	تنش Stress	عدم تنش Non- stress	تنش Stress
طول ریشه‌چه Root length (cm)	8.42	4.31	4.89	3.8	49.21	0.536	61	91	55	17	81	12
طول ساقه‌چه Shoot length(cm)	9.99	7.8	0.64	0.41	85.67	51.08	93	91.9	92.6	91.6	98.9	99.2
وزن تر ریشه‌چه Root fresh weight(g)	0.071	0.043	0.0031	0.0004	0.00014	0.0012	96	92	54	91	32	75
وزن تر ساقه‌چه Shoot fresh weight(g)	0.06	0.049	2.6	2.24	28.87	19.88	92	96	88	91	91.4	89.8
وزن خشک ریشه‌چه Root dry weight(g)	0.071	0.023	7.34	0.09	38.15	4.38	95	92	87	91	83.8	97.9
وزن خشک ساقه‌چه Shoot dry weight(g)	0.049	0.019	0.00074	8.04	0.14	3.32	99	98	80.3	96	65.8	95.9
درصد جوانه‌زنی Germination percentage	74.84	55.62	37.64	15.16	3940.63	1914.7	84.2	83.4	83.8	83.1	99	99.2
سرعت جوانه‌زنی Germination rate	66.3	56.5	42	59.3	59.64	60.78	15	19	11	13	58	50.6

ضرایب تنوع و وراثت پذیری صفات

در بین صفات جوانه‌زنی، بیشترین وراثت‌پذیری مربوط به صفت درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش و بدون تنش بود. کمترین وراثت‌پذیری نیز مربوط به صفت وزن تر ریشه‌چه در شرایط عدم تنش و صفت طول ریشه‌چه در شرایط تنش بود. وراثت‌پذیری بیش از ۹۰ درصد حاکی از آن است که قسمت اعظم صفت مورد

نظر به نتایج منتقل می‌شود. واریانس ژنتیکی طول ساقه‌چه و درصد جوانه‌زنی در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش بیشتر است که بیانگر این است که گزینش برای این صفت در محیط تنش از بازدهی بالاتری نسبت به شرایط بدون تنش برخوردار خواهد بود. واریانس ژنتیکی سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش شوری نسبت به شرایط بدون تنش بیشتر بود و

بندی ژنوتیپ‌های مورد بررسی است. از رسم دندروگرام جهت بررسی تنوع ژنتیکی و گروه‌بندی ارقام استفاده می‌گردد. هدف یک متخصص اصلاح نباتات از دسته‌بندی ارقام و واریته‌های مختلف، پی بردن به فاصله ژنتیکی بین آنها و استفاده از تنوع ژنتیکی موجود در آنها در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (چاتفیلد و کولینس، ۱۹۹۵).

گروه‌بندی می‌تواند براساس صفات کمی، کیفی و یا تلفیق این دو نوع صفت صورت گیرد (جانسون^۳، ۱۹۹۰). دسته‌بندی لاین‌ها و ارقام گندم با این روش به شناخت فاصله ژنتیکی و دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات جوانه‌زنی کمک کرد.

نتیجه‌گیری

از آنجائی‌که تربیتی‌پایروم دومین گیاه دست‌ساز بشر بوده و پتانسیل کشت در مناطق شور را دارد، لذا امیدواری زیادی وجود دارد تا بتوان با استفاده از آن زمین‌های شور کشور را زیرکشت برد. در حال حاضر تعداد زیادی از لاین‌های ساده و ترکیبی این گیاه در کشور در حال بررسی است که ۱۳ لاین مورد بررسی در این تحقیق بخشی از آنهاست و در واقع بخشی از اطلاعات لازم در مورد این گیاه جدید را تکمیل می‌نماید. نتایج این تحقیق تحمل به شوری را در اکثر لاین‌های ساده و ترکیبی این گیاه در مرحله جوانه‌زنی اثبات نمود که از بین آنها لاین‌های ترکیبی $(St/b)(Cr/b)F_3$ ، $(Ka/b)(Cr/b)F_6$ و $(Ka/b)(Cr/b)F_3$ و $La(4B/4D) \times (b)$ و لاین‌های ساده La/b و Az/b و St/b بهتر از بقیه بوده‌اند. لذا این لاین‌های منتخب می‌توانند در بررسی‌های تکمیلی آتی مورد توجه قرار گیرند.

وراثت‌پذیری این صفت در شرایط بدون تنش نسبت به شوری بیشتر است که حاکی از آن است که انتخاب در شرایط فاقد تنش نسبت به تنش شوری از بازدهی بیشتری برخوردار است (جدول ۸). در بررسی تنوع فنوتیپی و تنوع ژنتیکی دو حالت پیش می‌آید که در حالت اول، ممکن است نسبت تنوع فنوتیپی به ژنتیکی بیشتر باشد که در ارزیابی ژنوتیپ‌ها مشکل ایجاد می‌کند و در حالت دوم، ممکن است نسبت تنوع فنوتیپی به تنوع ژنتیکی کمتر باشد که در اینصورت می‌توان از انتقال مواد اصلاحی به نسل بعد اطمینان یافت (شاهسوند حسنی^۱ و همکاران، ۱۹۹۵).

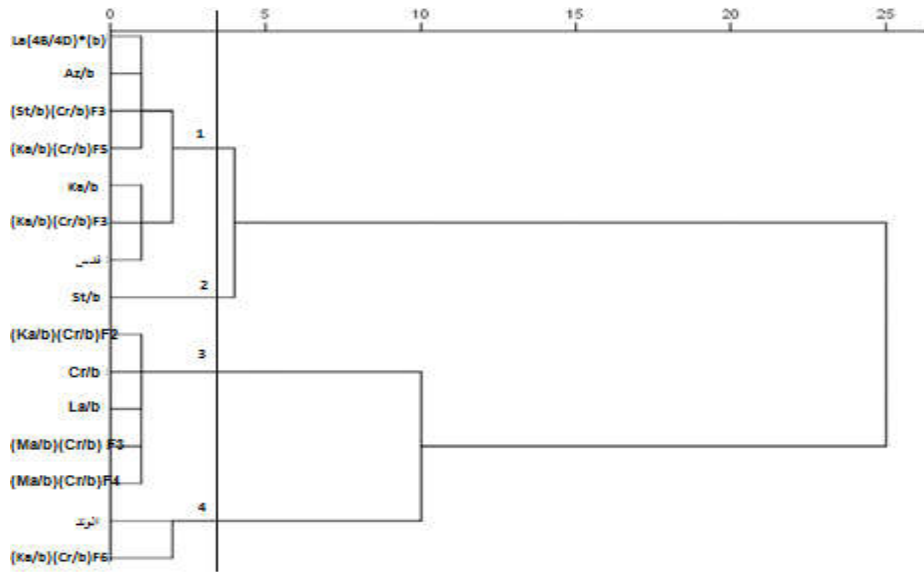
گروه بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات جوانه‌زنی

در این پژوهش به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و بر مبنای فاصله اقلیدسی به عنوان معیار کاذب هوتلینگ و نمودار T تشابه استفاده شد (چاتفیلد و کولینس^۲، ۱۹۹۵). ژنوتیپ‌ها در شرایط طبیعی و شوری در چهار گروه قرار گرفتند (شکل‌های ۱ و ۲). در شرایط نرمال، در خوشه اول رقم حساس به شوری (قدس) با لاین‌های Az/b ، Ka/b ، $(St/b)(Cr/b)F_3$ و $La(4B/4D) \times (b)$ در یک خوشه قرار گرفتند و رقم متحمل به شوری (الوند) نیز به همراه لاین $(Ka/b)(Cr/b)F_6$ در خوشه چهارم قرار گرفت. این لاین از نظر طول ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و طول ریشه‌چه نسبت به رقم متحمل الوند برتری دارد و این واکنش بیانگر تحمل بهتر این لاین به شوری بالاست. در شرایط تنش شوری، رقم متحمل به شوری به تنهایی در خوشه چهارم قرار گرفت. رقم حساس به شوری نیز با لاین St/b در خوشه سوم قرار گرفت. بقیه لاین‌های تربیتی‌پایروم مورد بررسی در دو خوشه اول و دوم قرار گرفتند که لاین ترکیبی $(Ka/b)(Cr/b)F_6$ در خوشه اول قرار گرفت. بنظر می‌رسد شرایط تنش شوری رقم قدس را از همه لاین‌های تربیتی‌پایروم (بجز St/b) جدا کرده است ولی در شرایط نرمال چنین نبود که حاکی از صحت خوشه

¹ Shahsevand Hasani

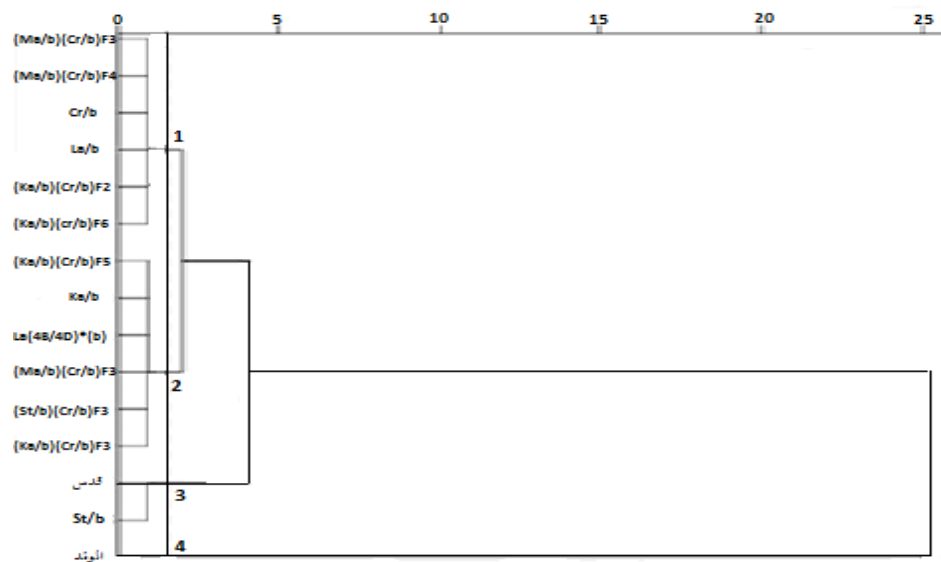
² Chatfield and Collins

³ Johnson



شکل ۱. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مرحله جوانه‌زنی در شرایط نرمال

Fig. 1. Dendrogram obtained from cluster analysis based on germination traits under normal conditions



شکل ۲. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مرحله جوانه‌زنی در شرایط تنش

Fig. 2. Dendrogram obtained from cluster analysis based on germination traits under stress conditions

منابع

- Akbari Ghogdi, E., Izadi-Darbandi A., Borzouei A. and Majdabadi, A. 2011. Evaluation of morphological changes in some wheat genotypes under salt stress. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 1(4): 71-83 [In Persian with English Summary].
- Ashraf, M. and Harris, P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166(1): 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2003.10.024>
- Bandehhagh, A. Kazemi, H. Valizadeh, M. and Javanshir, A. 2004. Salt tolerance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars during vegetative and reproductive growth. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 35(1): 61-71 [In Persian with English Summary].
- Biabani, A., Heidari, H. and Vafaie-Tabar, M. 2013. Salinity effect of stress on germination of

- wheat cultivars. *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*, 4(3): 263-268.
- Bohnert, H.J. and Jensen, R.G. 1996. Strategies for engineering water stress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology*, 14: 89-97. [https://doi.org/10.1016/0167-7799\(96\)80929-2](https://doi.org/10.1016/0167-7799(96)80929-2)
- Chandan, S., Singh, A., Blumwald, E. and Grover, A. 2006. Beyond osmolytes and transporters: novel plant salt-stress tolerance related genes from transcriptional profiling data. *Physiologia Plantarum*. 127(1): 1-9. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2005.00610.x>
- Chatfield, C. and Collins, A.J. 1995. *Introduction to Multivariate Analysis*. Chapman and Hall Inc., London.
- Datta, J.K., Nag, S., Banerjee, A. and Mondal, N.K. 2009. Impact of salt stress on five varieties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *Journal of Applied Science and Environmental Management*, 13(3): 93-97. <https://doi.org/10.4314/jasem.v13i3.55372>
- Del Blanco, I.A., Rajaram, S., Kronstad, W.E. and Reynolds, M.P. 2000. Physiological performance of synthetic hexaploid wheat-derived populations. *Crop Physiology & Metabolism*, 40(5): 1257-1263. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4051257x>
- Demiral, M.A., Aydin, M. and Yorulmaz, A. 2005. Effect of salinity on Growth Chemical composition and antioxidative enzyme activity of two malting Barley (*Hordeum vulgare* L.) Cultivars. *Turkish Journal of Biology*, 29: 117-123.
- Farida, F. 1996. A comparative study of the effect of NaCl salinity on germination. *Scientific and Industrial Research*, 31: 43-47.
- Ghavami, F., Malboobi, M.A., Ghanadha, M.R., Yazdi Samadi, B., Mozaffar J. and Jafar Aghaei, M. 2004. An evaluation of salt tolerance in Iranian wheat cultivars at germination and seedling stages. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 35(2): 453-464. [In Persian with English Summary].
- Goldani, M. and Latifi, N. 2003. Investigation of the effect of salinity levels on germination and seedling growth of three wheat cultivars. 7th National Congress of Crop Science and Plant Breeding, Karaj, Iran. [In Persian with English Summary].
- Hajar, A.S., Zidan, M.A. and Al-Zahrani, H.S. 1996. Effect of salinity stress on the germination, growth and physiological activities of *Nigella sativa* L. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 14(2): 445-454.
- Johnson, R.C. 1990. Salinity and germination in *Agropyron desertn* accessions. *Canadian Journal of Plant Science*, 70(3): 707-716. <https://doi.org/10.4141/cjps90-087>
- Kafi M. and Stewart D.A. 2001. Effects of salinity on growth and performance of nine varieties of Wheat. *Journal of Agriculture Sciences and Industrial*, 12(1): 16-24.
- Khan, M.A., Ungar, I.A. and Showalter, A.M. 1997. Effects of salinity on growth, water relations and ion accumulation of the subtropical perennial halophyte, *Atriplex griffithii* var. stocksii. *Annals of Botany*, 85(2): 225-232. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.1022>
- Mirmohammadi Maibodi, A.M., and Ghareyazi B. 2003. Physiological aspects and breeding of plant to salt stress tolerance. The Isfahan University of Technology. 274 p. [In Persian].
- Mirzaeipour, S., Manouchehr Kalantari, Kh., and Shahsevand Hasani, H. 2010. Comparison of the resistance of Ka/b strain of new *Tritipyrum* cereal and Kharchia wheat under high salinity conditions (170 and 340 mM salt). M.Sc. thesis in Biology (Plant Physiology). Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. [In Persian with English Summary].

- Mohabbati, F. 2002. Response of artificial and native wheat cultivars to salinity stress. M.Sc. thesis. Faculty of Agriculture, University of Tehran. [In Persian with English Summary].
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V.P. and Prasad, S.M. 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science Pollution Research*, 22: 4056-4075. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3739-1>
- Rajabi, R., Poustini, K., Jahani Pour, P. and Ahmadi, A. 2006. Effects of salinity on yield and some physiological characteristics in 30 wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Quarterly Journal of Agricultural Sciences*, 11(2): 153-163. [In Persian with English Summary].
- Roudbari, Z., Shahsevand Hassani, H. and Esmaeilzadeh Moghaddam, M. 2016. A study of salinity tolerance and stability, physiology and correlation analysis of Iranian secondary triticales lines. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. [In Persian with English Summary].
- Razeghi Jahromi, F., Shahsevand Hassani, H. and Rezaei, A.H. 2007. Effect of salinity stress on morphophysiological traits of *Tritipyrum* genotypes. M.Sc. in Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bahonar University of Kerman, Kerman. Iran. [In Persian with English Summary].
- Razeghi Jahromi, F. Rezaei, A.M., Shahsevand Hassani, H. and Mohammadi, S.H. 2012. Effect of salinity on germination of *Tritipyrum* lines in comparison with wheat and triticales. 12th National Crop Science and Plant Breeding Congress. Karaj, Iran.
- Shahsevand Hasani, H., Abdmishani, S. and Yazdi Samadi, B. 1995. Salt tolerance evaluation of agronomic and morphologic characteristics in Iranian wheat. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 26(4): 87-98. [In Persian with English Summary].

Research Article

Comparison of Salinity Tolerance in Non-Iranian Primary *Tritipyrum* Promising Lines with Two Wheat Cultivars in Germination StageZeinab Pirsalami¹, Asad Masoumiasl^{2,*}, Hossein Shahsevand Hasani³, Masoud Dehdari²**Extended Abstract**

Introduction: Salinity stress is one of the most important factors in decreasing crop yield. Crossing between cultivars and wild relatives is one of the methods to creating salinity tolerant plants that has led to the creation of new *Tritipyrum* cereals. Investigation of the effect of salinity stress at the germination stage is a reliable test in assessing salinity tolerance of many species; it reduces percentage and rate germination as well as decreases of root and shoots growth. This research aims to investigate the effects of different levels of salinity stress on germination of promising non-Iranian *Tritipyrum* lines and two wheat cultivars, Alvand (salinity tolerant) and Ghods (salinity sensitive).

Materials and Methods: The experiment was conducted in factorial based on the completely randomized design at the Faculty of Agriculture, Yasouj University. The first factor consisted of 13 *Tritipyrum* lines and two wheat cultivars and the second factor consisted of different salinity levels (240, 160, 80, 0 mM NaCl). After surface disinfection and seed culture in a petri dish, germination-related traits were measured until the 14th day.

Results: The results showed that by increasing salinity level, germination rate and percentage, root length, shoot length, dry and fresh root weight, and shoot dry weight decreased. The highest percentage (79.79%) and rate (75.74 seed per day) of germination in stress and non-stress conditions were related to the Az/b line. The germination percentage of the Alvand tolerant cultivar (55.59%) was higher than 5 *Tritipyrum* lines but less than the other 7 lines, its germination rate (53.69 seed per day) was higher than 10 *Tritipyrum* lines. The percentage and germination rate of sensitive cultivar Ghods (40.98 and 36.87 seed per day, respectively) were lower than all *Tritipyrum* lines. Under salinity stress, the La/b line had the highest root length (7.77 cm) which was even longer than the root length of the Alvand tolerant cultivar (4.9 cm). The highest root dry weight (0.027 g) under stress conditions was related to the Ka/b line and the lowest root dry weight (0.013 cm) was related to the Ghods cultivar. Among germination traits, the highest and the lowest heritability were related to shoot length under stress and non-stress conditions and root fresh weight (under non-stress conditions) and root length (under stress conditions), respectively. Genetic variance of shoot length and germination percentage in non-stress conditions was higher than stress conditions and selection under non-stress conditions had a higher yield than stress conditions. Clustering of genotypes by cluster analysis divided the genotypes into four groups under normal and salinity conditions. Under salinity stress, the salt-tolerant cultivar was placed alone in the fourth cluster. The salinity-sensitive cultivar was also in the third cluster with the St/b line. The rest of the *Tritipyrum* lines were clustered in the first and second clusters, with (Ka/b)(Cr/b)_F₆ hybrid line in the first cluster. Salt stress condition seems to have separated Qods from all *Tritipyrum* lines (except St/b), but under normal conditions, it did not indicate clustering accuracy of the studied genotypes.

Conclusion: The results of this study demonstrated salinity tolerance in the most simple and hybrid lines of this plant at the germination stage, among them (St/b)(Cr/b)_F₃, (Ka/b)(Cr/b)_F₆, and (Ka/b)(Cr/b)_F₃ and La(4B/4D)×(b) and the simple lines La/b, Az/b and St/b were better than others. Therefore, these selected lines can be considered in further complementary studies.

Keywords: Crossing, Heritability, Genetic variation, Stem length.

Highlights:

1. The studied plant is new and needs to be examined at the germination level before introducing.
2. Simple lines with the hybrid lines of this new plant have been studied that can show the effect of crosses.
3. Grouping of lines for tolerance or susceptibility is done solely based on germination traits.

¹ M.Sc. student of Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran

² Associate Professor of Plant Breeding, Yasouj University, Yasouj, Iran

³ Associate Professor of Plant Breeding, Shiraz University, Shiraz, Iran

