دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

برآورد ارزش اصلاحی لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی برمبنای شاخص‌های تحمل به تنش در شرایط تنش شوری با روش بهترین پیش‌بینی خطی متعادل

زهرا رودباری[۱]، حسین شاهسوند حسنی[۲] و قاسم محمدی‌نژاد[۳]

۱ و ۳- دانشجوی دکتری و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، (نویسنده مسوول: Shahsavand@shirazu.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۲ تاریخ پذیرش:۹۵/۱۲/۱

چکیده

اگر چه لاین‌های غله جدید تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی تولید و مقاومت قابل توجهی به تنش شوری از خود نشان داده‌اند ولی دارای ریزش سنبلچه هنگام رسیدن، پنجه‌دهی چند مرحله‌ای زیاد و دوره رشد طولانی می‌باشند که تاکنون با تلاقی آنها با ارقام گندم ایران تحقیقاتی در جهت تولید لاین‌های تریتی پایرم ثانویه انجام شده است. به‌منظور بررسی پاسخ ۱۳ لاین تریتی‌پایرم اولیه غیرایرانی($2n=6x=42, AABBE^bE^b$)، ۹۲ لاین تریتی‌پایرم ثانویه ایرانی (F_6-F_7; $2n=6x=42, AABBD_{(1-6)}{}^{"}E^b_{(1-6)}{}^{"}$)، به همراه ٦ رقم گندم ایرانی و یک لاین امید بخش تریتیکاله به تنش شوری آزمایشی بصورت طرح آلفا لاتیس با دو تکرار در دو محیط نرمال (EC=1 dS/m) و تنش شوری (EC=12 dS/m) در دو سال زراعی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۵ در شرایط آب و هوایی کرمان انجام شد. نتایج نشان داد عملکرد دانه به شدت تحت تاثیر تنش شوری قرار گرفته و در لاین‌های حاصل از تلاقی کتلیکوم × Ma/b، فلات × Ma/b، امید × (Ka/b)(Ca/b)، نیکنژاد × (Ka/b)(Ca/b)، شترددان × Ka/b، روشن × Az/b و همچنین تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی، ارقام گندم ایرانی و تریتیکاله به ترتیب به نسبت ۱۱/۰٦، ۹/۳۷، ٤/۳۰، ٤/۹۸، ۷/۹۸، ۱۲/۵۸، ۳/٤۸ و ۹۰ /۱۹ و ۱۵/۸۷ کاهش یافت. ارزیابی تحمل به تنش در ژنوتیپ‌های مورد بررسی به کمک شاخص‌های تحمل نشان داد شاخص STI به دلیل داشتن بیشترین همبستگی با عملکرد دانه تحت تنش شوری از کارایی بالاتری برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش برخوردار است. همچنین نتایج نشان داد، رتبه‌بندی لاین‌ها براساس ارزش‌های اصلاحی با استفاده از روش بلاپ راهی مناسب برای گزینش لاین‌های مقاوم به شوری با پتانسیل عملکرد بالا بود. لاین تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی (Ka/b)(Cr/b) و لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی حاصل از تلاقی نیکنژاد × (Ka/b)(Cr/b) و امید × (Ka/b)(Cr/b) بر اساس رتبه‌بندی بلاپ از اهمیت بیشتری برای شرکت در مطالعات آتی جهت انتخاب و معرفی به‌عنوان ارقام مقاوم به شوری با پتانسیل عملکرد بالا برخوردار هستند.

واژه‌های کلیدی: تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی[۱] (NIPTLs)، تریتی پایرم ثانویه ایرانی[۲] (ISTLs)، شاخص‌های تحمل به تنش شوری، ارزش اصلاحی و بهترین پیش‌بینی خطی متعادل[۳] (BLUP)

مقدمه

شوری خاک و آب در اراضی کشاورزی یکی از تنش‌های غیر زنده مهمی است که رشد گیاه و تولید محصول را در سرتاسر جهان تحت تاثیر قرار داده است. به‌طوری‌که انتظار می رود ۳۰ درصد زمین‌های قابل کشت در ۲۵ سال آینده و بیش از ۵۰ درصد آنها تا اواسط قرن بیست و یکم غیر قابل کشت گردند (۹). رشد جمعیت از یک سو و افت کیفیت زمین‌های کشاورزی متاثر از شوری منجر به آن شده است که محققان علوم گیاهی، جهت توسعه گیاهان متحمل به شوری به روش‌های بهنژادی ژنتیکی برای یافتن ارقام مقاوم متوسل شوند (۱۳). مکانیسم‌های بیوشیمیایی، فیزیولوژی و مولکولی تحمل به شوری در گیاهان به‌خوبی شناسایی نشده‌اند و به همین دلیل توسعه گیاهان مقاوم به تنش شوری به کندی پیش می‌رود (۱۲). یکی از مهمترین فعالیت‌ها در برنامه‌های به‌نژادی فرآیند گزینش در جمعیت‌های بومی و یا توده‌های در حال تفرق در پروژه‌های اصلاحی است. یکی از معیارهای مهم در انتخاب ارقام زراعی در شرایط تنش شوری، میزان عملکرد دانه می‌باشد. علاوه بر عملکرد دانه شاخص‌های دیگری مثل رسیدن در زمان مناسب، بقای بوته در شرایط تنش، بهبود اجزای عملکرد همبسته با عملکرد دانه و یا تجمع یک یون خاص در ساقه و برگ‌ها در ارتباط با تحمل به شوری مورد توجه قرار می‌گیرد. معیار دیگری که در مورد میزان تحمل به شوری گیاهان زراعی اهمیت دارد، پایداری عملکرد آنها در محیط‌های مختلف از نظر میزان شوری می‌باشد (۲۱). در این ارتباط شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی تحمل ژنوتیپ‌ها در شرایط مختلف تنش نظیر تحمل به تنش[۴] (STI)، شاخص تحمل[۵] (TOL) (۵) و شاخص حساسیت به تنش[۶] (SSI) (۷) می‌توانند به‌عنوان معیار مناسب جهت انتخاب ژنوتیپ در شرایط تنش مورد استفاده قرار گیرند (۲۱). اگر چه با اطمینان نمی‌توان گفت که کدام یک از این شاخص‌ها کاملا با تحمل به شوری همبستگی دارد، ولی این شاخص‌ها درجات مختلفی از همبستگی با تحمل به شوری را نشان می‌دهند که بسته به جنس و گونه گیاه زراعی می‌تواند متفاوت باشد (۲۱). عمده تحقیقات به‌نژادی تاکنون برای دست‌یابی به ارقام مقاوم به تنش‌های محیطی از جمله شوری در گونه‌های گیاهان زراعی از جمله غلات به‌عنوان عمده‌ترین منبع تهیه پروتئین و انرژی مورد نیاز بیش از ۸۰ درصد جمعیت کره زمین صورت گرفته است (۲۰). دامنه تنوع ژنتیکی نتاج جدید در تلاقی بین ارقام مختلف گونه گندم نان منحصر به فرآیند کراسینگ‌آور بین آلل‌های موجود در هر ژنوتیپ است که پیدایش ژنوتیپ‌های بسیار مقاوم نسبت به ارقامی که تاکنون اصلاح شدند را با

1- Non Iranian primary Tritipyrum Lines
2- Iranian Secondary Tritipyrum Lines
3- Best Linear Unbiased Prediction
4- Stress tolerance index
5- Tolerance index
6-Stress susceptibility index

www.SID.ir

Archive of SID

محدودیت مواجه نموده است. در چند دهه گذشته یک راه برون رفت از این محدودیت، تولید ژنوتیپ‌های جدید مقاوم به تنش‌ها در نتیجه تلاقی‌های خارج گونه‌ای بین ارقام اصلاح شده گندم با گونه‌های وحشی است (۲۰). لاین‌های غله جدید تریتی‌پایرم اولیه غیر ایرانی بعد از تولید دو آمفی پلوئید تریتیکاله و تریتوردیوم یک نمونه از این ژنوتیپ‌های خارج گونه‌ای هستند که از تلاقی بین ارقام گندم از گونه دروم (2n=4x=28 AABB) و گونه علف شور ساحل یا تینوپایرم بسارابیکوم (2n=2x=14 E^bE^b) حاصل (۲۰) و تحمل آنها به شوری ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر در محیط هیدروپونیک گزارش شده است (۱۸،۱۱). اگرچه در لاین‌های غله جدید تریتی‌پایرم اولیه غیرایرانی، شواهدی محکم دال بر دارا بودن پتانسیلی بالقوه مبنی بر ظهور به‌عنوان یک گیاه زراعی جدید و مقاوم به تنش شوری دیده می‌شود، اما این غله مصنوعی نوظهور دارای صفات نامناسب از جمله ریزش سنبلچه هنگام رسیدن، پنجه‌دهی چند مرحله‌ای زیاد و چند ساله بودن، می‌باشد (۱۸). جهت رفع معایب ذکر شده، تلاقی بین لاین‌های تریتی‌پایرم اولیه غیر ایرانی با ارقام گندم ایرانی برای تولید تریتی پایرم ثانویه ایرانی از سال زراعی ۱۳۸۳ با جایگزین کردن کروموزوم‌های ژنوم D گندم نان به جای کروموزوم‌های ژنوم E^b در تریتی پایرم‌های اولیه غیر ایرانی (2n=6x=42, $AABBE^bE^b$) آغاز شده است (۱۸). پورفریدونی و همکاران (۱۶) لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی را از نظر صفات مورفولوژیکی، برتر از لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی گزارش نمودند. خودگشنی یا تلاقی برگشتی لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی با ارقام گندم نان در طی چندین نسل منجر به ایجاد ثبات در نتاج و کاهش درصد آنیوپلوئیدی گردیده است (۲). تولید چنین لاین‌هایی در تریتیکاله نیز با هدف افزایش تعداد دانه و عملکرد لاین‌های تریتیکاله اولیه حاصل از تلاقی گندم هگزاپلوئید نان و چاودار نیز انجام و منجر به حصول لاین‌های تریتیکاله ثانویه با تعداد دانه و عملکرد بالا شده است(۱۵). نتایج خلیفه‌ای و محمدی‌نژاد (۱۰) در ارزیابی تحمل به شوری لاین‌های تریتی‌پایرم اولیه غیر ایرانی در مقایسه با تریتیکاله و ارقام گندم ایرانی، در دو سطح شوری ۶/۹ و ۱۵/۷ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که ارقام گندم از عملکرد دانه بالاتری نسبت به لاین‌های تریتی پایرم اولیه و تریتیکاله در شرایط نرمال برخوردار بودند، ولی بیشترین کاهش دانه را در شرایط تنش نشان دادند. درحالی‌که مقایسه شاخص‌های تحمل به تنش نشان‌دهنده تحمل بالای لاین‌های تریتی‌پایرم اولیه غیر ایرانی به تنش شوری بود. برناردو (۱) نیز کارایی روش بهترین پیش‌بینی خطی متعادل را جهت پیش‌بینی بهترین لاین‌های هیبرد ذرت از نظر عملکرد تایید نمود. این روش در حال حاضر جهت اصلاح حیوانات و گیاهان جنگلی و همچنین گیاهان یکساله برای پیش‌بینی مقادیر ژنتیکی و ارزش‌های اصلاحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، از اطلاعات ژنومی برای کمک به انتخاب استفاده نمی‌شود بلکه گیاهان بر اساس مجموع اثر جایگزینی ژن‌ها که ارزش اصلاحی نامیده می‌شود، انتخاب می‌شوند. پیشرفت ژنتیکی حاصل از انتخاب با این روش برای برخی از صفات موفقیت‌هایی در پی داشته است (۱۴). تحقیقات نشان داده است که صحت برآورد ارزش‌های اصلاحی صفات با وراثت‌پذیری بالا نسبت به صفات با وراثت‌پذیری پایین بیشتر است (۲۳). زیرا هر چه وراثت‌پذیری صفت بیشتر باشد، فنوتیپ فرد به ارزش ژنتیکی فرد نزدیکتر بوده و در نتیجه ارزش اصلاحی[1] افراد به‌طور صحیح تری برآورد می‌شود (۱۴). هدف از این مطالعه علاوه بر تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به تنش شوری در ۱۳ لاین تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی و ۹۲ لاین تریتی پایرم ثانویه ایرانی، تعیین ارزش اصلاحی لاین‌ها بر پایه روش آماری بهترین پیش‌بینی خطی متعادل (BLUP) و گزینش لاین‌های برتر و امید بخش دو نوع تریتی پایرم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی پاسخ ۱۳ لاین تریتی‌پایرم اولیه غیر ایرانی و ۹۲ لاین تریتی‌پایرم ثانویه ایرانی، همراه با ۶ رقم گندم ایرانی و ۱ لاین امید بخش تریتیکاله (جدول ۱) به تنش شوری و کارایی استفاده از شاخص‌های گزینش، آزمایشی در شرایط نرمال و شور در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان (ECw=0.8dS/m, ECs=1dS/m) و منطقه اختیار آباد کرمان (ECw=8.2 dS/m, ECs=12dS/m) با مختصات جغرافیایی ۵۶ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی بصورت طرح آلفا لاتیس با دو تکرار طی دو سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ (محیط نرمال) و ۱۳۹۵-۱۳۹۴ (محیط تنش) اجرا گردید. در پایان فصل رشد و پس از برداشت محصول تجزیه مرکب داده‌های عملکرد به کمک نرم‌افزار SAS انجام شد. با توجه به آنکه محیط‌های مختلف (نرمال و تنش) در دو سال متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفتند، و با توجه به حجم زیاد کار، امکان ارزیابی تمام نمونه‌ها در یک سال تحت دو محیط وجود نداشت، برای اطمینان از اثر سال، در سال اول تریتی پایرم‌های اولیه غیر ایرانی و ارقام گندم ایرانی تحت محیط تنش و در سال دوم تحت محیط نرمال نیز کشت گردیدند. بدین ترتیب در هر دو سال نمونه‌هایی وجود داشت که تحت دو محیط ارزیابی شده بودند و با تجزیه مرکب آنها امکان سنجش اثر سال مهیا شد. نتایج تجزیه مرکب این نمونه‌ها، حاکی از عدم معنی‌دار بودن اثر سال بود. لذا امکان انجام تجزیه مرکب برای دو محیط تنش و نرمال در دو سال جداگانه وجود داشت.

شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل به تنش (STI) با روابط زیر محاسبه شدند.

(الف) $TOL = Y_n - Y_s$

(ب) $SSI=[1-(Y_s/Y_n)] /SI$

(ج) $STI = (Y_n \times Y_s) / (\hat{Y}_n)^2$

(د) $SI= [1-(\hat{Y}_s/\hat{Y}_n)]$

y_s = عملکرد ژنوتیپ تحت شرایط تنش

y_n = عملکرد ژنوتیپ تحت شرایط نرمال

$\hat{Y}_s$= میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش

$\hat{Y}_n$= میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال

1-Breeding value

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- کد مربوط به نمونه‌های مورد مطالعه

Table 1. Codes of genotypes used in this study

کد	نام	نسل	کد	نام	نسل	کد	نام	نسل
G1	1. Ma/b×کتلیکوم (CM)	۶	G42	6. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G83	12.Az/b ×روشن	۶
G2	2. Ma/b×کتلیکوم	۶	G43	7. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G84	13.Az/b ×روشن	۶
G3	3. Ma/b×کتلیکوم	۶	G44	8. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G85	14.Az/b ×روشن	۶
G4	4. Ma/b×کتلیکوم	۶	G45	9. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G86	15.Az/b ×روشن	۶
G5	5. Ma/b×کتلیکوم	۶	G46	10. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G87	16.Az/b ×روشن	۶
G6	6. Ma/b×کتلیکوم	۷	G47	11. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G88	17.Az/b ×روشن	۶
G7	7. Ma/b×کتلیکوم	۷	G48	12. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G89	18.Az/b ×روشن	۶
G8	8. Ma/b×کتلیکوم	۷	G49	13. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G90	19.Az/b ×روشن	۶
G9	9. Ma/b×کتلیکوم	۷	G50	14. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G91	20. Az/b ×روشن	۶
G10	10. Ma/b×کتلیکوم	۷	G51	15. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G92	21.Az/b ×روشن	۶
G11	1. Ma/b×فلات (FM)	۶	G52	16. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G93	(Ka/b)(cr/b) -4	۲۰
G12	2. Ma/b×فلات	۶	G53	1. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد (NKC)	۷	G94	(ma/b)(cr/b)- 1	۲۰
G13	3. Ma/b×فلات	۶	G54	2. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G95	(ma/b)(cr/b) -2	۲۰
G14	4. Ma/b×فلات	۶	G55	3. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G96	Az/b	۲۰
G15	5. Ma/b×فلات	۶	G56	4. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G97	Ka/b	۲۰
G16	6. Ma/b×فلات	۶	G57	5. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G98	La/b	۲۰
G17	7. Ma/b×فلات	۶	G58	6. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G99	St/b	۲۰
G18	8. Ma/b×فلات	۶	G59	7. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G100	(Ka/b)(Cr/b)- 1	۲۰
G19	9. Ma/b×فلات	۷	G60	8. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G101	(Ka/b)(Cr/b) -2	۲۰
G20	10. Ma/b×فلات	۷	G61	9. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G102	(Ka/b)(Cr/b) -3	۲۰
G21	11. Ma/b×فلات	۷	G62	10. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G103	(St/b)(Cr/b)	۲۰
G22	12. Ma/b×فلات	۷	G63	11. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G104	La(4b 4d)/b	۲۰
G23	13. Ma/b×فلات	۷	G64	12. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G105	Cr/b	۲۰
G24	14. Ma/b×فلات	۷	G65	13. (Ka/b)(Cr/b) × نیک نژاد	۷	G106	کتلیکوم	-
G25	15. Ma/b×فلات	۷	G66	1. Ka/b×شتردندان (SK)	۶	G107	فلات	-
G26	16. Ma/b×فلات	۷	G67	2. Ka/b×شتردندان	۶	G108	امید	-
G27	17. Ma/b×فلات	۷	G68	3. Ka/b×شتردندان	۶	G109	نیک نژاد	-
G28	18. Ma/b×فلات	۷	G69	4. Ka/b×شتردندان	۶	G110	شتردندان	-
G29	19 Ma/b×فلات	۷	G70	5. Ka/b×شتردندان	۶	G111	روشن	-
G30	20 Ma/b×فلات	۷	G71	6. Ka/b×شتردندان	۶	G112	(M45)تریتیکاله	-
G31	21 Ma/b×فلات	۷	G72	1. Az/b× روشن (RA)	۶			
G32	22 Ma/b×فلات	۷	G73	2. Az/b× روشن	۶			
G33	23 Ma/b×فلات	۷	G74	3. Az/b× روشن	۶			
G34	24 Ma/b×فلات	۷	G75	4. Az/b× روشن	۶			
G35	25 Ma/b×فلات	۷	G76	5. Az/b× روشن	۶			
G36	26. Ma/b×فلات	۷	G77	6. Az/b× روشن	۶			
G37	1. (Ka/b)(Cr/b) ×امید (OKC)	۶	G78	7. Az/b× روشن	۶			
G38	2. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G79	8. Az/b× روشن	۶			
G39	3. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G80	9. Az/b× روشن	۶			
G40	4. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G81	10. Az/b× روشن	۶			
G41	5. (Ka/b)(Cr/b) ×امید	۶	G82	11. Az/b× روشن	۶			

www.SID.ir

Archive of SID

جهت استفاده از هر سه شاخص به همراه عملکرد در گزینش ژنوتیپ‌ها، رتبه هر یک از ژنوتیپ‌ها براساس پارامترهای مورد نظر تعیین شد و از جمع رتبه‌ها (R)، شاخصی تحت عنوان شاخص انتخاب ژنوتیپ متحمل یا TGSI[1] به روش تغییر یافته فرشادفر و همکاران (۴) بر اساس رابطه

$$TGSI=RY_s+RY_n+ RTOL+RSSI+RSTI$$

محاسبه گردید که در آن RY_s و RY_n به ترتیب رتبه ژنوتیپ بر اساس عملکرد در محیط تنش و نرمال است.

همبستگی چهار شاخص محاسبه شده با عملکرد دانه با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

میزان وراثت‌پذیری برای طرح‌های بلوک ناقص براساس رابطه زیر برآورد گردید:

$$h^2 = \sigma_g^2/(\sigma_g^2 + \sigma^2/r)$$

که درآن واریانس ژنتیکی و فنوتیپی مطابق روابط زیر محاسبه شدند:

$$\sigma_g^2 = \frac{ms_t - \sigma^2}{\left(\frac{k}{k+1}\right)r}$$

$$\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma^2/r$$

در این روابط، K تعداد بلوک ناقص و r تعداد تکرار می‌باشد.

جهت پیش بینی ارزش‌های اصلاحی لاین‌های لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی در محیط تحت تنش شوری به روش بهترین پیش‌بینی خطی متعادل، از نرم‌افزار Wombat استفاده شد. برای این منظور، براساس روابط بین لاین‌ها، شجره افراد تعریف گردید. با توجه به آنکه لاین‌های مورد بررسی در نسل‌های مختلف (جدول ۱) قرار داشتند، نسل به عنوان فاکتور ثابت و لاین به‌عنوان فاکتور تصادفی در نظر گرفته شد(۲۲). مدل مورد استفاده به صورت

$$y= Xb+ Zu+ e$$

تعریف گردیده است که در آن y بردار مشاهدات، b بردار اثرات ثابت، u بردار اثرات تصادفی و e بردار اثرات تصادفی باقی‌مانده می‌باشد. همچنین X و Z نیز ماتریس ضرایب به ترتیب برای اثرات ثابت و تصادفی می‌باشند.

نتایج و بحث

عملکرد صفتی کمی است که مکانیسم کنترل ژنتیکی پیچیده‌ای داشته و به شدت تحت تاثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد. نتایج تجزیه مرکب نشان داد اولا بین محیط‌های مختلف (نرمال و تنش شوری) تفاوت معنی‌داری از نظر میانگین عملکرد دانه وجود داشت (جدول ۲). همچنین بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. ثانیا میانگین عملکرد دانه از ۲۶/۹۴ گرم در شرایط محیط نرمال به ۳/۹۸ گرم در محیط شور کاهش یافت. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه مربوط به لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی (۴۸، ۹۱، ۸۱ و ۴۴) در شرایط نرمال و کمترین عملکرد از آن لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی حاصل از تلاقی Ma/b× فلات (لاین‌های ۲۰، ۱۶ و ۳۴) بود. میانگین عملکرد دانه در بوته در لاین‌های تریتی پایرم ثانویه حاصل از تلاقی‌های مختلف لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی (NITLs) و ارقام گندم ایرانی در شریط نرمال و تنش متفاوت و معنی‌دار بود. بطوریکه کمترین میزان کاهش عملکرد بوته تحت تنش شوری مربوط به لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی (NIPTLs) و لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی حاصل از تلاقی امید × (Ka/b)(Ca/b) بود. بیشترین نسبت کاهش عملکرد در ارقام گندم و تریتیکاله دیده شد. تنش شوری بوسیله کاهش تعداد پنجه بارور، کاهش تعداد دانه در سنبله، کاهش سطح برگ و کاهش میزان مواد فتوسنتزی، تاثیر منفی بر عملکرد دانه گذاشت. مطالعات جهرمی رازقی و همکاران (۸) در بررسی NIPTLs به همراه گندم و تریتیکاله حاکی از کاهش صفات رویشی و زایشی تحت تنش شوری بود اما میزان کم کاهش در لاین‌های تریتی پایرم غیر ایرانی (NIPTLs) نسبت به ارقام گندم و تریتیکاله بیانگر مقاومت بیشتر آنها نسبت به ارقام و لاین‌های مورد مطالعه بود.

جدول ۲- تجزیه مرکب صفت عملکرد دانه در نمونه‌های مورد مطالعه

Table 2. combined analysis of variance for seed yield of samples used in this study

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد دانه
تکرار درون محیط	۲	۱/۰۷
بلوک درون محیط×تکرار	۱۰۸	۲/۰۰
محیط	۱	۵۴۵/۶۵**
ژنوتیپ	۱۱۱	۱۱۸/۹۹**
محیط×ژنوتیپ	۱۱۱	۴۶/۵۳**
خطا	۱۱۴	۳۳/۲۴

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

شاخص‌های تحمل

مقادیر کم شاخص حساسیت به تنش شوری (SSI) در لاین‌های۳۷، ۴۱، ۶۲، ۶۷، ۹۶، ۹۷، ۹۹ و ۱۰۲ تریتی پایرم ثانویه ایرانی نشان‌دهنده حساسیت کمتر این لاین‌ها نسبت به تنش شوری بود (جدول ۳). در حالی‌که ژنوتیپ‌هایی با شاخص حساسیت بیشتر از یک، جزء گیاهان حساس دسته‌بندی می‌شوند (۶). تمامی ارقام گندم ایرانی مورد مطالعه به همراه تریتیکاله شاخص حساسیت بالاتری از ۱ داشته و کاهش عملکرد شدیدی با افزایش سطح شوری (EC=۱۲dS/m) نشان دادند. این نتایج با نتایج شاهسوند

1- Tolerant Genotype Selection Index

www.SID.ir

Archive of SID

حسنی و همکاران (۱۹) مطابقت دارد. از نظر شاخص TOL، لاین‌های ثانویه۳۰، ۳۱، ۳۳، ۶۷ و ۹۹ کمترین مقدار را دارا بودند (جدول ۳). شاخص TOL از اختلاف عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش بدست می‌آید. مقادیر بیشتر آن نشان‌دهنده پایداری کمتر ژنوتیپ در محیط‌های مختلف می‌باشد (۵). مقادیر پایین شاخص‌های TOL و SSI بیشتر در لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی (NIPTLs) مشاهده شد. لاین‌های Az/b، Ka/b، (Ka/b)(Cr/b) و St/b افت کمی در مقدار عملکرد دانه با تغییر محیط نشان دادند. شاخص STI گروه‌بندی متفاوتی از دو شاخص TOL و SSI برای تحمل و یا حساسیت به تنش نشان داد (جدول ۳). به گزارش فرناندز (۵) شاخص STI می‌تواند ژنوتیپ‌هایی را گزینش نماید که در هر دو محیط تنش و نرمال تظاهر خوبی داشته باشند. براساس این شاخص، لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی حاصل از تلاقی امید × (Ka/b)(Cr/b) شامل لاین‌های ۳۷، ۴۰، ۴۳، ۴۴، ۴۸ و ۵۰ بالاترین مقدار را داشتند. بنابراین نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتر بوده و تحمل بیشتری به تنش شوری نشان دادند. در این میان ژنوتیپ‌های حاصل از تلاقی فلات با تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی Ma/b کمترین میزان شاخص تحمل به تنش را نشان دادند. در بین لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی، لاین‌های ۴-(Ka/b)(Cr/b) و Az/b بیشترین میزان تحمل به شوری را نشان دادند. گندم نان روشن نیز در مقایسه با سایر ارقام گندم، از بیشترین مقدار برخوردار بود. به‌طورکلی لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی پتانسیل عملکرد پایینی در محیط نرمال داشته و با قرارگیری در محیط تنش شوری افت چندانی در عملکرد انها مشاهده نشد (جدول ۳). در مقابل لاین‌های حاصل از تلاقی امید × (Ka/b)(Cr/b) در هر دو محیط از عملکرد بالایی برخوردار بودند. در این میان، ارقام گندم در محیط نرمال عملکرد بالا و در قرارگیری در محیط تنش، افت شدید عملکرد را نشان دادند. خلیفه‌ای و محمدی‌نژاد (۱۰) نیز در مقایسه لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی با ارقام گندم نتایج مشابهی را اعلام نمودند. مطابق با شاخص TGSI، دو لاین تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی (۴-(Ka/b)(Cr/b)، Az/b) و ۷ لاین تریتی پایرم‌های ثانویه ایرانی حاصل از تلاقی امید × (Ka/b)(Cr/b) (۳۷، ۳۸، ۴۰، ۴۱، ۴۳، ۵۰، ۵۱) و لاین ۵۳ حاصل از تلاقی نیک‌نژاد × (Ka/b)(Cr/b) کمترین مقدار این شاخص را دارا بودند که نشان‌دهنده برتر بودن آنها در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و نرمال می‌باشد. یکی از معیارهای مهم در انتخاب ارقام زراعی در شرایط تنش شوری، میزان عملکرد دانه می‌باشد (۲۱). معیار دیگری که در مورد میزان تحمل به شوری گیاهان زراعی اهمیت دارد، پایداری عملکرد آنها در محیط‌های مختلف از نظر میزان شوری می‌باشد. اگر چه با اطمینان نمی‌توان گفت که کدام یک از این شاخص‌ها کاملا با تحمل به شوری همبستگی دارد ولی این شاخص‌ها درجات مختلفی از همبستگی با تحمل به شوری را نشان می‌دهند که بسته به جنس و گونه گیاه زراعی می‌تواند متفاوت باشد (۲۱). عملکرد دانه در شرایط تنش شوری همبستگی مثبت و معنی‌داری را با عملکرد دانه در محیط نرمال، شاخص تحمل و شاخص تحمل به تنش (STI) و همبستگی منفی و معنی‌داری با دو شاخص حساسیت به تنش و شاخص انتخاب ژنوتیپ متحمل نشان داد (جدول ۴). در مقابل عملکرد دانه در شرایط تنش بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار را با شاخص تحمل تنش داشت. بر اساس نتایج بدست آمده شش لاین تریتی پایرم ثانویه ایرانی ۳۷،۴۰، ۴۳، ۴۴، ۴۸ و ۵۰ با بیشترین مقدار شاخص STI، از بالاترین عملکرد دانه در شرایط تنش شوری برخوردار بودند (جدول ۳). همچنین مقدار وراثت‌پذیری عمومی صفات عملکرد دانه، TOL، STI، SSI و TGSI به ترتیب ۰/۷۱، ۰/۸۳، ۰/۹۱، ۰/۸۰ و ۰/۸۵ بود.

رتبه‌بندی تریتی پایرم ثانویه ایرانی براساس ارزش‌های اصلاحی

از آنجا که بیشترین وراثت پذیری عمومی از شاخص STI حاصل گردید و این شاخص با داشتن وراثت‌پذیری بالا، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه در تمامی لاین‌های مورد بررسی (تریتی پایرم اولیه- ترکیبی اولیه غیرایرانی و لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی) تحت تنش شوری نشان داد، مقادیر شاخص مذکور به‌عنوان یک صفت در نظر گرفته شد و ارزش اصلاحی بر مبنای آن برآورد گردید. براساس نتایج جدول ۵، لاین شماره ۱ از جمعیت امید × (Ka/b)(Cr/b) دارای بیشترین ارزش اصلاحی (۰/۹۳) و لاین‌های حاصل از تلاقی فلات × Ma/b کمترین ارزش اصلاحی (۰/۱۳-) را دارا بودند. در بین لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیرایرانی، (Ka/b)(Cr/b) از بیشترین ارزش اصلاحی (۰/۲۸) برخوردار بوده و این سبب گردید تا تلاقی‌هایی که در تشکیل آنها لاین مذکور شرکت داشته دارای بالاترین متوسط ارزش اصلاحی باشند که با نتایج فالکونر و مکای (۳) مطابقت دارد. بنابراین لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی حاصل از دو تلاقی نیک نژاد × (Ka/b)(Cr/b) و امید× (Ka/b)(Cr/b) به دلیل بالا بودن عملکرد، شاخص‌های تحمل و ارزش اصلاحی بیشتر از اهمیت بالاتری برای شرکت در مطالعات بعدی جهت معرفی رقم زراعی برخوردار می‌باشند. جهرمی رازقی و همکاران (۸) نیز لاین تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی (Ka/b)(Cr/b) را به دلیل داشتن بالاترین عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه به‌عنوان لاینی مقاوم به شوری معرفی نمودند که با نتایج بدست آمده همسو است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- متوسط عملکرد و شاخص‌های تحمل به تنش در نمونه‌های مورد مطالعه

Table 3. Average yield and stress tolerance indices of samples used in this study

ژنوتیپ	Ys	Yn	TOL	STI	SSI	TGSI	ژنوتیپ	Ys	Yn	TOL	STI	SSI	TGSI	ژنوتیپ	Ys	Yn	TOL	STI	SSI	TGSI	ژنوتیپ	Ys	Yn	TOL	STI	SSI	TGSI
G1	۳/۵۳	۲۵/۸۰	۲۲/۲۷	۰/۱۴	۰/۹۹	۲۴۹	G29	۱/۸۵	۱۶/۳۱	۱۴/۴۶	۰/۰۵	۱/۰۲	۳۳۴	G57	۶/۰۵	۴۶/۹۶	۴۰/۹۱	۰/۴۳	۱/۰۰	۲۰۸	G85	۶/۲۰	۴۰/۷۶	۳۴/۵۶	۰/۳۸	۰/۹۷	۲۰۱
G2	۲/۱۰	۴۱/۷۸	۳۹/۶۸	۰/۱۳	۱/۰۹	۳۲۹	G30	۱/۸۵	۵/۱۵	۳/۳۰	۰/۰۱	۰/۷۴	۲۹۵	G58	۳/۲۰	۱۴/۷۰	۱۱/۵۰	۰/۰۷	۰/۹۰	۲۴۹	G86	۴/۳۵	۳۶/۹۲	۳۲/۵۷	۰/۲۴	۱/۰۱	۲۳۹
G3	۲/۴۵	۳۰/۷۰	۲۸/۲۵	۰/۱۱	۱/۰۶	۳۰۷	G31	۱/۶۰	۵/۲۶	۳/۵۵	۰/۰۱	۰/۷۹	۳۰۹	G59	۲/۳۰	۱۴/۷۰	۱۲/۴۰	۰/۰۵	۰/۹۷	۳۰۰	G87	۱/۰۰	۲۴/۱۶	۲۳/۱۶	۰/۰۴	۱/۱۰	۴۱۴
G4	۲/۰۵	۲۴/۹۴	۲۲/۸۹	۰/۰۸	۱/۰۵	۳۲۴	G32	۱/۱۰	۵/۱۵	۴/۰۵	۰/۰۱	۰/۹۰	۳۴۶	G60	۱/۸۵	۲۶/۲۱	۲۴/۳۶	۰/۰۷	۱/۰۷	۳۳۷	G88	۲/۰۵	۲۳/۱۴	۲۱/۰۹	۰/۰۷	۱/۰۵	۳۲۲
G5	۲/۴۰	۲۶/۵۹	۲۴/۱۹	۰/۱۰	۱/۰۵	۳۰۳	G33	۱/۵۰	۵/۱۱	۳/۶۵	۰/۰۱	۰/۸۱	۳۱۸	G61	۴/۷۰	۲۶/۲۱	۲۱/۵۱	۰/۱۹	۰/۹۴	۲۱۰	G89	۱/۱۰	۲۳/۴۳	۲۲/۳۳	۰/۰۴	۱/۱۰	۳۹۸
G6	۱/۵۵	۲۳/۳۶	۲۱/۸۱	۰/۰۵	۱/۰۷	۳۵۹	G34	۰/۰۴	۵/۱۰	۵/۱۱	۰/۰۰	۱/۱۴	۴۵۵	G62	۷/۳۰	۱۴/۵۰	۷/۲۰	۰/۱۶	۰/۵۷	۱۶۸	G90	۳/۱۰	۵۷/۵۳	۵۴/۴۳	۰/۲۷	۱/۰۹	۲۸۶
G7	۰/۷۵	۲۳/۵۹	۲۲/۸۴	۰/۰۳	۱/۱۱	۴۲۵	G35	۱/۰۰	۵/۱۵	۴/۱۵	۰/۰۱	۰/۹۳	۳۶۰	G63	۲/۸۰	۱۴/۱۷	۱۱/۳۷	۰/۰۶	۰/۹۲	۲۷۰	G91	۵/۹۰	۵۶/۰۶	۵۰/۱۶	۰/۵۰	۱/۰۳	۲۱۴
G8	۲/۲۵	۲۵/۱۰	۲۲/۸۵	۰/۰۹	۱/۰۵	۳۱۳	G36	۱/۰۰	۶/۶۸	۵/۶۸	۰/۰۱	۰/۹۸	۳۶۷	G64	۳/۸۰	۱۲/۰۰	۸/۲۰	۰/۰۷	۰/۷۹	۲۳۲	G92	۴/۵۰	۳۳/۲۴	۲۸/۷۴	۰/۲۳	۰/۹۹	۲۳۶
G9	۱/۴۵	۳۱/۲۹	۲۹/۸۴	۰/۰۷	۱/۱۰	۳۷۰	G37	۲۶/۰۵	۵۸/۴۹	۳۲/۴۴	۲/۳۱	۰/۶۴	۹۵	G65	۴/۶۵	۱۳/۲۴	۸/۵۹	۰/۰۹	۰/۷۵	۲۱۰	G93	۶/۹۵	۲۱/۵۸	۱۴/۶۳	۰/۲۳	۰/۷۸	۱۶۷
G10	۳/۰۰	۲۱/۱۵	۱۸/۱۵	۰/۱۰	۰/۹۹	۲۷۱	G38	۹/۷۵	۳۸/۶۱	۲۸/۸۶	۰/۵۷	۰/۸۶	۱۴۵	G66	۲/۹۰	۲۹/۷۰	۲۶/۸۰	۰/۱۳	۱/۰۴	۲۸۴	G94	۲/۶۵	۲۳/۱۷	۲۰/۵۲	۰/۰۹	۱/۰۲	۲۸۵
G11	۱/۱۵	۱۲.۶۳	۱۱/۴۸	۰/۰۲	۱/۰۴	۳۸۲	G39	۸/۳۶	۲۹/۱۹	۲۰/۸۳	۰/۳۷	۰/۸۲	۱۴۹	G67	۲/۳۰	۳/۴۹	۱/۱۹	۰/۰۱	۰/۳۹	۲۸۲	G95	۲/۰۰	۱۸/۹۵	۱۶/۹۵	۰/۰۶	۱/۰۳	۳۱۹
G12	۱/۷۵	۱۷/۶۵	۱۵/۹۰	۰/۰۵	۱/۰۴	۳۴۳	G40	۱۲/۸۵	۳۷/۹۳	۲۵/۰۸	۰/۷۴	۰/۷۶	۱۱۶	G68	۱/۲۵	۱۰/۹۲	۹/۶۷	۰/۰۲	۱/۰۲	۳۶۵	G96	۱۲/۰۰	۲۰/۳۰	۸/۳۰	۰/۳۷	۰/۴۷	۱۰۹
G13	۲/۲۵	۱۴/۹۰	۱۲/۶۵	۰/۰۵	۰.۹۸	۳۰۶	G41	۱۰/۰۰	۱۹/۲۸	۹/۲۸	۰/۲۹	۰/۵۵	۱۲۸	G69	۲/۳۵	۱۴/۳۷	۱۲/۰۲	۰/۰۵	۰/۹۶	۲۹۵	G97	۱۰/۸۰	۷/۶۱	۳/۱۹	۰/۱۲	۰/۴۸	۱۶۳
G14	۱/۷۰	۱۸/۷۰	۱۷/۰۰	۰/۰۵	۱/۰۴	۳۵۲	G42	۷/۳۰	۵۰/۴۷	۴۳/۱۷	۰/۵۶	۰/۹۸	۱۸۹	G70	۲/۴۰	۱۳/۴۱	۱۱/۰۱	۰/۰۵	۰/۹۴	۲۹۰	G98	۳/۶۰	۲۴/۶۰	۲۱/۰۰	۰/۱۳	۰/۹۸	۲۴۴
G15	۱/۸۰	۱۵/۲۴	۱۳/۴۴	۰/۰۴	۱/۰۱	۳۳۳	G43	۱۰/۵۶	۴۶/۹۰	۳۶/۳۴	۰/۷۵	۰/۸۹	۱۴۰	G71	۱/۵۵	۳۰/۰۹	۲۸/۵۴	۰/۰۷	۱/۰۹	۳۶۲	G99	۳/۴۰	۷/۶۱	۴/۲۱	۰/۰۴	۰/۶۴	۲۵۲
G16	۰/۳۰	۱۷/۸۸	۱۷/۵۸	۰/۰۱	۱/۱۳	۴۵۵	G44	۱۰/۰۰	۵۵/۱۵	۴۵/۱۵	۰/۸۴	۰/۹۴	۱۵۸	G72	۱/۹۵	۴۶/۷۷	۴۴/۸۲	۰/۱۴	۱/۱۰	۳۳۳	G100	۴/۶۵	۴۲/۲۲	۳۷/۵۷	۰/۳۰	۱/۰۲	۲۳۴
G17	۰/۸۵	۱۵/۱۵	۱۴/۳۰	۰/۰۲	۱/۰۸	۴۱۵	G45	۷/۸۰	۴۷/۴۰	۳۹/۶۰	۰/۵۶	۰/۹۶	۱۷۴	G73	۱/۸۱	۲۱/۳۳	۱۹/۵۲	۰/۰۶	۱/۰۵	۳۴۱	G101	۸/۶۵	۳۲/۲۵	۲۳/۶۰	۰/۴۲	۰/۸۴	۱۵۲
G18	۰/۶۴	۹/۱۵	۸/۵۱	۰/۰۱	۱/۰۷	۴۱۹	G46	۷/۴۵	۴۶/۶۲	۳۹/۱۷	۰/۵۳	۰/۹۷	۱۸۱	G74	۱/۲۰	۱۲/۸۰	۱۱/۶۰	۰/۰۲	۱/۰۴	۳۸۰	G102	۱۱/۷۵	۲۴/۴۷	۱۲/۷۲	۰/۴۴	۰/۶۰	۱۱۰
G19	۱/۰۵	۱۷/۳۲	۱۶/۲۷	۰/۰۳	۱/۰۸	۴۰۰	G47	۷/۸۶	۳۸/۹۵	۳۱/۰۹	۰/۴۶	۰/۹۲	۱۶۷	G75	۵/۴۵	۵۲/۶۰	۴۷/۱۵	۰/۴۳	۱/۰۳	۲۲۲	G103	۵/۰۵	۱۸/۹۵	۱۳/۹۰	۰/۱۵	۰/۸۴	۱۹۸
G20	۰/۳۴	۱۹/۵۸	۱۹/۲۴	۰/۰۱	۱/۱۳	۴۴۶	G48	۹/۰۵	۵۶/۹۷	۴۷/۹۲	۰/۷۸	۰/۹۷	۱۶۹	G76	۱/۴۵	۱۶/۷۵	۱۵/۳۰	۰/۰۴	۱/۰۵	۳۷۲	G104	۳/۸۵	۱۸/۱۸	۱۴/۳۳	۰/۱۱	۰/۹۱	۲۳۱
G21	۰/۷۵	۲۳/۰۳	۲۲/۲۸	۰/۰۳	۱/۱۱	۴۳۰	G49	۳/۲۰	۳۶/۱۴	۳۳/۹۴	۰/۱۸	۱/۰۵	۲۸۲	G77	۲/۸۵	۳۸/۳۰	۳۵/۴۵	۰/۱۷	۱/۰۶	۲۹۶	G105	۳/۹۵	۱۶/۲۶	۱۲/۳۱	۰/۱۰	۰/۸۷	۲۲۷
G22	۰/۹۶	۱۳/۰۰	۱۲/۰۵	۰/۰۲	۱/۰۶	۴۰۹	G50	۱۰/۸۰	۳۷/۲۳	۲۶/۵۳	۰/۶۱	۰/۸۲	۱۲۸	G78	۴/۲۰	۴۲/۷۸	۳۸/۵۸	۰/۲۷	۱/۰۴	۲۴۷	G106	۰/۹۶	۳۴/۰۶	۳۳/۱۱	۰/۰۵	۱/۱۲	۴۱۳
G23	۱/۳۰	۳۱.۸۰	۳۰/۵۰	۰/۰۶	۱/۱۰	۳۸۲	G51	۹/۴۰	۳۶/۷۲	۲۷/۳۲	۰/۵۲	۰/۸۶	۱۴۸	G79	۳/۲۰	۳۰/۹۱	۲۷/۷۱	۰/۱۵	۱/۰۳	۲۷۱	G107	۱/۰۰	۲۷.۲۲	۲۶/۲۲	۰/۰۴	۱/۱۱	۴۱۰
G24	۶/۶۵	۳۰/۳۵	۲۳/۷۰	۰/۳۱	۰/۹۰	۱۸۰	G52	۶/۵۵	۳۹/۴۱	۳۲/۸۶	۰/۳۹	۰/۹۶	۱۹۱	G80	۲/۷۰	۵۲/۷۱	۵۰/۰۱	۰/۲۲	۱/۰۹	۳۰۱	G108	۱/۲۵	۲۸/۷۸	۲۷/۵۳	۰/۰۵	۱/۱۰	۳۸۶
G25	۳/۵۰	۱۹/۸۲	۱۶/۳۲	۰/۱۱	۰/۹۵	۲۴۵	G53	۸/۸۰	۳۳/۴۴	۲۴/۶۴	۰/۴۵	۰/۸۵	۱۵۱	G81	۳/۷۵	۵۵/۴۹	۵۱/۷۴	۰/۳۲	۱/۰۷	۲۶۸	G109	۱/۴۰	۳۳/۸۷	۳۲/۴۷	۰/۰۷	۱/۱۰	۳۷۲
G26	۱/۴۰	۱۸/۲۰	۱۶/۸۰	۰/۰۴	۱/۰۶	۳۷۶	G54	۵/۰۰	۲۳/۳۳	۱۸/۳۳	۰/۱۸	۰/۹۰	۲۰۴	G82	۱/۳۵	۱۶/۷۹	۱۵/۴۴	۰/۰۳	۱/۰۶	۳۸۰	G110	۰/۷۰	۲۳/۱۴	۲۲/۴۴	۰/۰۲	۱/۱۱	۴۳۵
G27	۱/۸۵	۱۹/۴۴	۱۷/۵۹	۰/۰۵	۱/۰۴	۳۳۳	G55	۵/۲۵	۳۹/۴۸	۳۴/۲۳	۰/۳۱	۱/۰۰	۲۱۸	G83	۱/۷۵	۳۸/۹۰	۳۷/۱۵	۰/۱۰	۱/۱۰	۳۴۹	G111	۴/۲۵	۴۳/۷۰	۳۹/۴۵	۰/۲۸	۱/۰۴	۲۴۸
G28	۲/۳۰	۱۲/۵۷	۱۰/۲۷	۰/۰۴	۰/۹۴	۲۹۷	G56	۵/۶۵	۲۷/۱۸	۲۱/۵۳	۰/۲۳	۰/۹۱	۱۹۲	G84	۱/۰۰	۴۵/۳۷	۴۴/۳۷	۰/۰۷	۱/۱۲	۳۹۶	G112	۲/۹۰	۴۶/۰۳	۴۳/۱۳	۰/۲۰	۱/۰۸	۲۹۵

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- همبستگی بین عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به تنش در نمونه‌های مورد مطالعه
Table 4. Correlation between different tolerance indices and mean yield of samples used in this study

	Ys	Yn	TOL	STI	SSI	TGSI
Ys	۱					
Yn	۰/۴۵**	۱				
TOL	۰/۲۱**	۰/۷۰**	۱			
STI	۰/۹۱**	۰/۶۴**	۰/۴۴**	۱		
SSI	-۰/۵۸**	۰/۲۱**	۰/۴۰**	-۰/۲۷**	۱	
TGSI	-۰/۸۱**	-۰/۳۷**	-۰/۱۷*	-۰/۶۳**	۰/۵۶**	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

همچنین ارزش اصلاحی مثبت والد وحشی علف شور (به عنوان والد پدری تلاقی‌های مذکور (b)) تایید کننده تاثیر این گیاه در القای تحمل به شوری در نتاج حاصل یعنی لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی و تریتی پایرم ثانویه ایرانی می باشد. در بین ارقام گندم نیز تنها رقم امید دارای ارزش اصلاحی مثبت بود. این در حالی است که دو رقم تتراپلوئید شتردندان و کتلیکوم، بیشترین ارزش اصلاحی منفی را داشته که نشان‌دهنده نامناسب بودن آنها در برنامه‌های اصلاحی جهت القای تحمل به تنش می‌باشد.

نتایج تجزیه مرکب در محیط نرمال و تنش شوری (EC=12 dS/m) حاکی از وجود تنوع زیادی بین لاین‌های تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی و تریتی پایرم ثانویه ایارنی با یکدیگر و با ارقام گندم ایرانی و لاین امیدبخش تریتیکاله به‌ویژه از نظر عملکرد دانه بود. شاخص حساسیت به شوری (STI) به دلیل بیشترین همبستگی با عملکرد دانه در محیط شور به‌عنوان شاخص مناسب جهت رتبه بندی لاین تریتی پایرم ثانویه ایرانی با یکدیگر و با ارقام گندم ایرانی و لاین امیدبخش تریتیکاله انتخاب شد. یک لاین تریتی پایرم اولیه غیر ایرانی {(Ka/b)(Cr/b)} و دو لاین تریتی پایرم ثانویه ایرانی (۱ و ۵) از تلاقی نیک نژاد (♂) × (Ka/b)(Cr/b) (♀) و لاین‌های امید × (Ka/b)(Cr/b) بر اساس ارزش اصلاحی حاصل از روش بلاپ از اهمیت بیشتری برای شرکت در مطالعات آتی جهت معرفی به‌عنوان ارقام مقاوم به شوری با پتانسیل عملکرد بالا برخوردار هستند که می‌توان آنها را برای برنامه‌های اصلاح رقم پیشنهاد نمود.

جدول ۵- ارزش اصلاحی پیش‌بینی شده برای لاین‌های تریتی پایرم ثانویه ایرانی و والدین آنها
Table 5. Predicated breeding value for ISTLs and Their parents

ژنوتیپ	ارزش اصلاحی	ژنوتیپ	ارزش اصلاحی	ژنوتیپ	ارزش اصلاحی	ژنوتیپ	ارزش اصلاحی
b	۰/۰۱	RA14	۰/۰۵	CM4	-۰/۱۰	NKC12	۰/۰۰۷
Ka	-۰/۰۰۶	RA15	۰/۰۰۴	CM5	-۰/۰۹	NKC13	۰/۰۱
Cr	۰/۰۰۸	RA16	-۰/۰۶	OKC1	۰/۹۳	SK1	-۰/۰۷
Az	۰/۰۳	RA17	-۰/۰۵	OKC2	۰/۳۶	SK2	-۰/۱۱
Ka/b	-۰/۰۴	RA18	-۰/۰۶	OKC3	۰/۳۰	SK3	-۰/۱۱
Cr/b	-۰/۰۱	RA19	۰/۰۱	OKC4	۰/۴۲	SK4	-۰/۱۰
Az/b	۰/۰۲	RA20	۰/۰۸	OKC5	۰/۲۷	SK5	-۰/۱۰
Ma/b	-۰/۰۱	RA21	۰/۰۰۱	OKC6	۰/۳۶	SK6	-۰/۰۹
امید	۰/۴۵	FM1	-۰/۱۳	OKC7	۰/۴۲		
نیک نژاد	-۰/۰۶	FM2	-۰/۱۳	OKC8	۰/۴۵		
شتردندان	-۰/۱۲	FM3	-۰/۱۳	OKC9	۰/۳۶		
روشن	-۰/۰۴	FM4	-۰/۱۳	OKC10	۰/۳۵		
فلات	-۰/۰۸	FM5	-۰/۱۲	OKC11	۰/۳۳		
کتلیکوم	-۰/۱۱	FM6	-۰/۱۲	OKC12	۰/۴۳		
(Ka/b)(Cr/b)	۰/۲۸	FM7	-۰/۰۷	OKC13	۰/۲۴		
(Ma/b)(cr/b)	-۰/۱۱	FM8	-۰/۱	OKC14	۰/۳۸		
RA1	-۰/۰۲	FM9	-۰/۱۲	OKC15	۰/۳۵		
RA2	-۰/۰۵	FM10	-۰/۱۱	OKC16	۰/۳۰		
RA3	-۰/۰۷	FM11	-۰/۱۲	NKC1	۰/۲۳		
RA4	-۰/۰۷	FM12	-۰/۱۲	NKC2	۰/۰۴		
RA5	-۰/۰۶	FM13	-۰/۱۳	NKC3	۰/۰۸		
RA6	-۰/۰۲	FM14	-۰/۱۳	NKC4	۰/۰۵		
RA7	-۰/۰۱	FM15	-۰/۱۳	NKC5	۰/۲۷		
RA8	-۰/۰۲	FM16	-۰/۱۳	NKC6	۰/۰۰۷		
RA9	-۰/۰۰۲	FM17	-۰/۱۳	NKC7	۰/۰۰۱		
RA10	۰/۰۳	FM18	-۰/۱۳	NKC8	۰/۰۰۷		
RA11	۰/۰۶	CM1	-۰/۰۷	NKC9	۰/۰۴		
RA12	-۰/۰۴	CM2	-۰/۰۸	NKC10	۰/۰۳		
RA13	-۰/۰۵	CM3	-۰/۰۹	NKC11	۰/۰۰۴		

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

1. Bernardo, R. 1994. Prediction of maize single-cross performance using RFLPs and information from related hybrids. Crop Science, 34: 20-25.
2. Falahatipour, S., H. Shahsavand Hassani, A. Baghizadeh and G. Karimzadeh. 2009. Characterization of secondary Tritipyrum introgressed genotypes by genomic DNA insitu hybridization technique. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 13:65-74 (In Persian).
3. Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. The Introduction to quantitative genetics. 4th edition. Longman group ltd, 144 pp.
4. Farshadfar, E., N. Mahmodi and A. Yaghotipoor. 2011. AMMI stability value and simultaneous estimation of yield and yield stability in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Australian Journal of Crop Science, 5: 1873-1844.
5. Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Adaptation of food crop temperature and water stress. Proceeding of 4th international symposium. Ed. Kus, E.G. Asian Vegetable Research and Department Center, Shanhua, Taiwan, 257-270pp.
6. Fernandez, R.J. and J.F. Reynolds. 2000. Potential growth and drought tolerance of eight deseat grasses. Journal Ecologia, 123: 90-98.
7. Fischer, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivar. I. Grain yield responses. Australian Journal Agriculture Research, 29: 897-912.
8. Jahromi Razeghi, F., H. Shahsavand Hasani and A.H. Rezaei. 2011. Effect of salinity on yield and yield components of the primary lines of tritipyrum compared to wheat and triticale. Electronic Journal of crop production, 4: 1-16.
9. Kapoor, R., H. Evelin, P. Mathur and B. Giri. 2013. Approaches for abiotic stress tolerance in crop plants for sustainable agriculture. In: Tuteja N and Gill SS (eds) Plant acclimation to environmental stress. Springer, 359-401.
10. Khalifeie, N. and G. Mohammadi-Nejad. 2012. Evaluation of salt tolerance of new tritipyrum lines, triticale and Iranian wheat lines. Advances in Natural and Applied Sciences, 6: 206-212.
11. King, I.P., C.N. Law, K.A. Cant, S.E. Orford, S.M. Reader and T.E. Miller. 1997. Tritipyrum, a potential new salt-tolerant cereal. Plant Breeding, 116: 127-132.
12. Lauchli, A. and G. Grattan. 2007. Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerance crops. Chapter1: Plant Growth and development under salinity stress. Springer, 1-32 pp.
13. Munns, R., R.A. James and A. Läuchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany, 57: 1025–1043.
14. Piepho, H.P., J. Mohring and A. Melchinger. 2008. BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. Euphytica, 161: 209-228.
15. Poehlman, J.M. 2013. Breeding field crop. Scince, 724 pp.
16. Pourfereidouni, Z., H. Shahsavand Hassani and A. Baghizadeh. 2012. Study of Morphological Traits of Secondary Tritipyrum genotypes. American-Eurasian Journal Agricalture. and Enviroment. Science, 12: 259-261.
17. Sardouir-Nasab, S., G. Mohammadi-Nejad and B. Nakhoda. 2014. Field Screening of Salinity Tolerance in Iranian Bread Wheat Lines. Crop Science, 54: 1489-1496.
18. Shahsavand Hassani, H., P.D.S. Caligari, S.M. Reader, I.P. King and T.E. Miller. 2000. Can tritipyrum, a new salt tolerant potential amphiploid, be a successful cereal like triticale? Journal of Agricultural Science and Technology, 2: 177-195.
19. Shahsavand Hassani, H., Z. Roudbari and G. Mohammadi-Nejad. 2015. Evaluation of tolerance indices of tritipyrum lines comparison with wheat. The 2th National Congress of Environmental Stresses in Plants. Kerman, Iran, 326-340 pp (In Persian).
20. Shahsevand Hassani, H., P.D.S. Caligari and T.E. Miller. 2006. Agronomical and adaptation characters of tritipyrum lines in comparison with triticale and Iranian wheat. Journal Plant Science, 5: 553-558.
21. Shannon, M.C. 1997. Adaptation of plant to salinity. Advances in Agronomy, 60: 87-120.
22. Thomason, W.E. and S.B. Phillips. 2006. Methods to evaluate wheat cultivar testing environments and improve cultivar selection protocols. Field Crop Research, 99: 1-9.
23. Villumsen, T.M. and L. Janss. 2009. Bayesian genomic selection: the effect of haplotype length and priors. BMC Proc 3 Suppl, 1-11 pp.

www.SID.ir

Archive of SID

The Estimation of Breeding Value of Iranian Secondary Tritipyrum based on Stress Tolerance Indices by Best Linear Unbiased Prediction

Zahra Roudbari[1], Hossein Shahsavand Hassani[2] and Ghasem Mohammadi-Nejad[3]

1 and 3- PhD Student and Associate Professor, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman
2- Associate Professor, College of Agriculture, University of Shiraz, Shiraz,
(Corresponding Authore: Shahsavand@shirazu.ac.ir)
Receive: October 23, 2016 Accepted: February 19, 2017

Abstract

Although the non-Iranian primary tritipyrum lines (NIPTLs) have been produce and have shown potential to be a new slat tolerant cereal, however, have a few undesirable traits such as brittle rachis, keep in tiller production and late maturity. In order to remove these traits, the crossing of NIPTLs with Iranian bread wheat cultivars led to new recombinant Iranian secondary tritipyrum lines. In this study the 13 non-Iranian primary tritipyrum lines (NIPTLs: 2n = 6x = 42; $AABBE^bE^b$) and Iranian secondary tritipyrum lines (ISTL: F_6-F_7; 2n=6x=42, $AABBD_{(1-6)"}E^b{}_{(1-6)"}$), 6 Iranian bread wheat cultivars and 1 promising triticale line were evaluated at two research centers using an alpha lattice design with two replications under normal (1 dS m^{-1}) and salinity stress (12dS m^{-1}) conditions during growing seasons of 2014-2016 at Kerman province of Iran. The results indicated grain yield was strongly affected by salinity with reduction ratio of 11.06, 9.37, 4.30, 4.98, 7.98, 12.58, in Iranian chromosomally recombinant secondary individuals tritipyrum plants obtained from crosses such as (Cathlicum × Ma/b), (Falat× Ma/b), {Omid × (Ka/b)(Cr/b)}, {Niknejad × (Ka/b)(Cr/b)}, (Shotordandan × ka/b), (Roushan × Az/b), respectively, in comparison with Non Iranian Primay Ttritipyrum Lines (NIPRLs) (3.48), Iranian bread wheat cultivars (19.90) and promising triticale line (15.87) The evaluation of stress tolerance indices showed that STI could effectively be used for screening of salinity tolerant genotypes because it had the highest correlation coefficients with grain yield. The (Cr/b) × (Ka/b) line of NIPTLs and the lines obtained from Niknejad × (Ka/b)(Cr/b) and Omid × (Ka/b)(Cr/b) crosses showed the highest average breeding value which will be suitable for breeding programs of ISTLs lines with high yield potential in saline soils and brachish waters.

Keywords: Best linear unbiased prediction (BLUP), Iranian secondary tritipyrum lines (ISTL), Non-Iranian primary tritipyrum lines (NIPTL), Salt stress, Stress tolerance indices

www.SID.ir