Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۰، شماره ۳ ، سال ۱۳۸۳

بررسی پایداری عملکرد دانه و شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) زمستانه و بینابین

Stability of Grain Yield and Harvest Index in Winter and Facultative Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes

محمد دشتکی، امیر یزدان‌سپاس، توحید نجفی‌میرک، محمدرضا قنادها، رامبد جوکار، محمدرضا اسلامپور، علی‌اکبر مؤیدی، احمدرضا کوچکی، محمود ناظری، میرسعید عابدی اسکوئی، غلامرضا امین‌زاده، رامین سلطانی و شهناز عاشوری

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۰/۱۸

چکیده

دشتکی، م.، یزدان‌سپاس، ا.، نجفی میرک، ت.، قنادها، م. ر.، جوکار، ر.، اسلامپور، م. ر.، مؤیدی، ع. ا.، کوچکی، ا. ر.، ناظری، م.، عابدی اسکوئی، م، س.، امین‌زاده، غ.، سلطانی، ر.، و عاشوری، ش. ۱۳۸۳. بررسی پایداری عملکرددانه و شاخص‌برداشت در ژنوتیپ‌های گندم‌نان (*Triticum aestivum* L.) زمستانه و بینابین. نهال و بذر ۲۰: ۲۷۹-۲۶۳.

دستیابی به ارقام گندم با عملکرد بالا و پایدار در محیط‌های متفاوت از اهمیت ویژه‌ای در برنامه‌های به‌نژادی برخوردار است. بدین منظور آزمایشی با استفاده از ۱۹ ژنوتیپ گندم زمستانه و بینابین به همراه یک رقم شاهد (شهریار) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به مدت سه سال زراعی (۷۷-۱۳۷۶، ۷۸-۱۳۷۷ و ۷۹-۱۳۷۸) در ایستگاه‌های تحقیقاتی کرج، اردبیل، اراک، همدان، مشهد، جلگه رخ و تبریز به اجرا درآمد. در پایان هر سال زراعی تجزیه واریانس ساده و در پایان سه سال آزمایش تجزیه واریانس مرکب با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. با معنی‌دار شدن اثر متقابل سال × ژنوتیپ × مکان که حاکی از یکسان نبودن عکس‌العمل ارقام به محیط‌های مختلف است، تجزیه پایداری با استفاده از روش ضریب تغییرات محیطی (CV) ، روش رگرسیونی و همچنین روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری انجام و پایداری ژنوتیپ‌ها تعیین گردید. نتایج حاصل از روش‌های مختلف تقریباً مشابه بود و در اکثر روش‌ها لاین C-۷۵-۵ (OWL۸۵۲۵۶*-۳۰h-*O-*Eoh) به عنوان برترین ژنوتیپ از نظر عملکرد شناخته شد. در سال سوم آزمایش شاخص برداشت برای ژنوتیپ‌ها در تمام ایستگاه‌ها اندازه‌گیری شد. پس از انجام تجزیه مرکب واریانس و تجزیه پایداری، لاین C-۷۵-۱۵ (Bez-۲B/Cgn/Vratza) به عنوان برترین ژنوتیپ از لحاظ پایداری شاخص برداشت تعیین گردید. نتایج نشان داد که علی رغم وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=٪۳۶) بین عملکرد دانه و شاخص برداشت، پایداری ژنوتیپ‌ها از لحاظ این دو صفات یکسان نمی‌باشد.**

واژه‌های کلیدی: گندم، ژنوتیپ‌ها، عملکرد دانه، شاخص برداشت، پایداری.

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۷۶۱۳۷-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و پروژه شماره ۱۵۴۹ شورای پژوهش‌های علمی کشور تنظیم گردیده و قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مطالعه و بررسی میزان سازگاری و پایداری ارقام در شرایط محیطی مختلف در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به علت واکنش متفاوت ارقام در برابر تغییرات محیطی، عملکرد ارقام از محیطی به محیط دیگر تغییر می‌کند. معمولاً یک رقم در محیط‌های مختلف حداکثر پتانسیل محصول را تولید نمی‌نماید، اما می‌توان با مطالعه سازگاری ارقام و پایداری عملکرد آن‌ها در محیط‌های مختلف، رقمی را که در کلیه مناطق اقلیمی عملکرد قابل قبولی داشته و سازگاری وسیعی را با محیط‌های مختلف دارا باشد، انتخاب و توصیه نمود.

محیط به مجموعه شرایط آب و هوایی، خاک، ارگانیزم‌ها و حتی شرایط مدیریتی که در تولید یک محصول زراعی دخیل هستند اطلاق می‌شود. در نتیجه ژنوتیپ تنها عامل به‌وجود آورنده فنوتیپ نمی‌باشد. از آنجا که انتخاب براساس فنوتیپ گیاه صورت می‌گیرد و اثرات محیطی نیز قابل انتقال به نسل بعد نیستند. بنابراین تعیین نقش محیط در ظهور فنوتیپ، یکی از عوامل مؤثر در موفقیت برنامه‌های به‌نژادی است. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نیز به‌عنوان یک عامل بسیار مهم در اصلاح محصول برای یک منطقه محسوب می‌شود (Kang, ۱۹۹۸).

Allarad and Brawdshaw (۱۹٦٦) عوامل مؤثر در اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را به دو دسته عوامل قابل پیش‌بینی و عوامل غیرقابل پیش‌بینی تقسیم کرده‌اند. عوامل قابل پیش‌بینی یعنی آن‌هایی که به طور منظم رخ می‌دهند و یا تحت کنترل انسان می‌باشند مثل نوع خاک، تاریخ کشت، تراکم گیاهی و غیره و عوامل غیرقابل پیش‌بینی یعنی عواملی نظیر بارندگی و دما که تغییرات نامنظم دارند. اثر متقابل عوامل قابل پیش‌بینی با ژنوتیپ را می‌توان به تنهایی و یا مجموعاً مورد ارزیابی قرار داد ولی عوامل غیر قابل پیش‌بینی در اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در شرایط طبیعی به‌راحتی قابل مطالعه نیستند.

سازگاری به تغییرات وراثت‌پذیر در ساختمان و رفتار یک موجود که سبب افزایش احتمال بقاء و تولیدمثل آن در یک محیط به‌خصوص می‌شود اطلاق می‌گردد.در اصلاح نباتات سازگاری به دو مفهوم عمومی(Wide adaptation) و خصوصی (Specific adaptation) به کار می‌رود. در سازگاری عمومی هدف به دست آوردن ارقامی است که تقریباً در تمام محیط‌ها دارای میانگین عملکرد بالاتری می‌باشد ولی در سازگاری خصوصی هدف تولید ارقامی است که در محیط خاص عملکرد بالایی داشته باشد (Paolo, ۲۰۰۲). بعضی از متخصصین سازگاری عمومی و پایداری را به یک مفهوم به کار می‌برند در حالی که بیشتر متخصصین سازگاری عمومی را به مفهوم عدم تغییرپذیری در مکان‌های مختلف و پایداری

www.SID.ir

Archive of SID

را عدم تغییرپذیری در طول زمان می‌دانند (Barah *et al.*, ۱۹۸۱؛ Lin and Binns, ۱۹۸۸).

Fancis and Kannenberg (۱۹۷۸) ضریب تغییرات (CV) هر رقم در محیط‌ها را برای تعیین میزان پایداری ارقام مطرح کردند. فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, ۱۹۶۳) برای تعیین پایداری روش تجزیه رگرسیون را پیشنهاد کردند و بیان داشتند ژنوتیپی که دارای شیب خط رگرسیون b=۱ باشد بیشترین پایداری را در محیط‌های مختلف نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر آزمایش دارد. ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, ۱۹۶۶) از سه معیار ضریب رگرسیون (bi) میانگین هر ژنوتیپ $(\bar{y})$ و میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S^2_{di}) استفاده نمودند و اظهار داشتند رقمی مطلوب است که علاوه بر b نزدیک به یک و میانگین عملکرد بیشتر از میانگین کل، مجموع انحراف از خط رگرسیون آن نیز کم‌تر باشد. آن‌ها همانند فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, ۱۹۶۳)، اختلاف میانگین عملکرد همه ژنوتیپ‌ها را در یک محیط از میانگین کل را به عنوان شاخص محیطی معرفی کردند. طبق نظر نایت (Knight, ۱۹۷۰) روش‌های رگرسیونی دارای محدودیت عمده‌ای بوده و کنار هم قرار دادن محیط‌هایی که دارای شرایط اکولوژیکی مختلفی هستند غیرمنطقی می‌باشد. بیکر (Baker, ۱۹۶۹) بیان داشته است که چنانچه بخش بزرگی از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط مربوط به غیر یکنواختی بین ضرایب رگرسیون باشد این روش معتبر خواهد بود.

بریز (Breese, ۱۹۶۹) نیز ضمن تأئید روش پیشنهادی ابرهات و راسل، اختلاف ناشی از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را به دو جزء قابل پیش‌بینی و غیرقابل پیش‌بینی تقسیم کرده است. پرکینز و جینکز (Perkins and Jinks, ۱۹۷۱) در روشی مشابه، از میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S^2_{di}) در تعیین ارقام پایدار استفاده کردند ولی به جای عملکرد از اثر متقابل هر رقم با محیط در تعیین پارامتر (S^2_{di}) استفاده نمودند.

کانگ (Kang, ۱۹۹۳) روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری را جهت تعیین پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در مکان‌های مختلف ارایه نمود. وی با ادغام دو روش غیرپارامتریک (روش رتبه‌ای) و پارامتریک، روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری را معرفی نمود. در این روش ابتدا ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد مرتب و رتبه‌بندی شده و سپس به کمک آماره پایداری شوکلا (Shukla, ۱۹۷۲) عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌ها تعیین می‌گردد.

شناخت صفات فیزیولوژیک نیز در اصلاح نباتات نقش مهمی را بازی می‌کند. اگر بتوان فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه را از طریق ژنتیکی شناسایی و کنترل نمود در این صورت این امر منجر به افزایش تولید و بالا رفتن پتانسیل

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد محصول می‌گردد. افزایش عملکرد ممکن است ناشی از افزایش عملکرد بیولوژیکی (معمولاً ماده خشک کل بالای سطح خاک) یا شاخص برداشت یا هر دو آن‌ها باشد.

شاخص برداشت (Harvest Index = HI) نسبت عملکرد دانه به وزن ماده خشک یا بیوماس می‌باشد. بسیاری از متخصصان معتقدند که پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای که در نیم قرن اخیر در تولید غلات حاصل شده در درجه اول از طریق افزایش شاخص برداشت بوده است و نه الزاماً افزایش کل بیوماس (Donald and Hamblin,۱۹۷٦; Jain,۱۹۸٦). شاخص برداشت که تا به حال به عنوان یک معیار انتخاب در بسیاری از برنامه‌های اصلاحی گندم مورد استفاده قرار گرفته است، متأثر از عوامل مختلفی از قبیل رقم، مقدار آب، کودهای نیتروژن، تراکم و تاریخ کشت می‌باشد (Sharma *et al.*, ۱۹۸۷). عوامل فوق می‌توانند باعث تغییر یا نوسان در مقدار هر دو جزء تشکیل‌دهنده شاخص برداشت یعنی عملکرد دانه وکل ماده خشک شوند (Donald and Hamblin, ۱۹۷٦). آقایی و همکاران (۱۳۷۳) بیان داشتند که شاخص برداشت را می‌توان با افزایش عملکرد دانه همزمان با کاهش یا ثابت نگهداشتن عملکرد کاه افزایش داد. البته این امر در صورتی امکان‌پذیر است که همزمان با ثابت نگهداشتن جزء تعداد سنبله در واحد سطح ، دو جزء دیگر عملکرد یعنی تعداد دانه در سنبله و وزن هزاردانه را افزایش داد.

دستیابی به ارقام گندم با عملکرد بالا و پایدار در مناطق مختلف از اهداف اصلی بسیاری از برنامه‌های به‌نژادی دنیاست. در همین راستا تحقیق حاضر در مناطق سرد کشور به مورد اجرا گذاشته شد تا لاین‌ها و ارقام بینابین و زمستانه با پتانسیل عملکرد بالا و پایدارشناسایی گردد.

مواد و روش‌ها

این بررسی با استفاده از ۱۹ ژنوتیپ پیشرفته گندم زمستانه و بینابین به همراه یک رقم شاهد (شهریار) در هفت ایستگاه تحقیقاتی کرج، اردبیل، اراک، همدان، مشهد، جلگه رخ و تبریز در طول سه سال زراعی (۱۳۷٦ تا ۱۳۷۹) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به اجرا درآمد.

ژنوتیپ‌ها در کرت‌های شامل شش خط شش متری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. مساحت برداشت پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، شش مترمربع بود. در هر سال عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم پاییزه، دیسک، لولر، کودپاشی و ایجاد فارو و عملیات کاشت و داشت طبق معمول انجام شد. کودهای شیمیایی (N- P- K) با توجه به آزمون خاک و توصیه هر منطقه مورد استفاده قرار گرفت. تمام کود فسفر و پتاس و نیمی از کود نیتروژن (اوره) قبل از کاشت و مابقی کود نیتروژن به صورت

www.SID.ir

Archive of SID

سرک در مرحله پنجه‌زنی مصرف گردید. میزان بذر براساس ٤٥٠ بذر در مترمربع و با توجه به وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها تعیین و کاشته شد. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ از علف‌کش گران استار به مقدار ۲۰ گرم در هکتار و برای نازک برگ‌ها علف‌کش پوماسوپر به مقدار یک لیتر در هکتار استفاده شد. آبیاری براساس نیاز گیاه و به صورت یک الی دو آب پاییزه و سه تا چهار آب بهاره انجام شد. تجزیه‌های ساده و مرکب واریانس با استفاده از نرم افزار SAS انجام وسپس با استفاده از سه روش ضریب تغییرات (Francis and Kannenberg, ۱۹۷۸)، روش رگرسیونی (Eberhart and Russell, ۱۹٦٦) و روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری (Kang, ۱۹۹۳)، روی داده‌ها تجزیه پایداری انجام گرفت.

در سال سوم آزمایش دو ایستگاه تحقیقاتی خوی و زنجان نیز به هفت ایستگاه دیگر اضافه شده و شاخص برداشت ژنوتیپ‌ها در نُه مکان با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{وزن کل ماده خشک}} \times ۱۰۰$$

نتایج و بحث

با جمع‌آوری داده‌ها از مناطق مورد آزمایش، ابتدا تجزیه واریانس ساده بر روی عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در هر محیط انجام شد که در تمام مناطق به جز کرج در سال ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹ و مشهد در سال ۱۳۷۷ اختلاف بین ژنوتیپ‌ها معنی‌دار شد. میانگین سه ساله عملکرد ژنوتیپ‌های گندم در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام مورد آزمایش بود. سپس یکنواختی واریانس خطاها در مناطق مختلف به روش بارتلت مورد آزمون قرار گرفت و پس از تأئید یکنواختی واریانس‌ها تجزیه واریانس مرکب با فرض تصادفی بودن سال و مکان جهت بررسی اثر متقابل سال × مکان × ژنوتیپ انجام شد (جدول ۲).

در تجزیه مرکب واریانس، مشاهده شد که هیچ یک از اثرهای اصلی سال و مکان معنی‌دار نشدند یعنی بین میانگین مکان‌ها و نیز بین میانگین سال‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. اثر متقابل ژنوتیپ × سال نیز معنی‌دار نشد که نشان‌دهنده آن است که روند تغییرات بین ژنوتیپ‌ها از سالی به سال دیگر تغییر نکرده است. اما اثر متقابل ژنوتیپ× مکان و ژنوتیپ× مکان × سال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد که بیانگر آن است که ارقام در مناطق و سال‌های مختلف دارای عکس‌العمل‌های متفاوت بودند، لذا اقدام به تعیین پایداری عملکرد دانه گردید.

با استفاده از روش ضریب تغییرات محیطی (CV) همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ٥، ٦ و ١٦ در ناحیه یک که دارای حداکثر عملکرد و پائین‌ترین ضریب تغییرات محیطی است قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین به عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد و پایداری در نظر گرفته شدند. ضعیفی‌زاده و همکاران (۱۳۷۵) نیز پایداری ۲۰ ژنوتیپ گندم بهاره را با شش روش پایداری در چهار منطقه طی سه سال بررسی نمودند و روش ضریب تغییرات (CV) درون مکانی را روشی مناسب جهت تعیین پایداری دانستند و براساس آن ارقام تجن و اترک را به عنوان ارقام پرمحصول و دارای سازگاری بیشتر معرفی و توصیه نمودند.

با استفاده از روش ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, ۱۹۶۶) مجموع انحرافات از رگرسیون معنی‌دار نشد که نزدیکی نقاط مربوط به عملکرد ژنوتیپ‌ها را در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد و کلیه ژنوتیپ‌ها حول محور b=۱ قرار گرفتند (جدول ۳). به‌علت معنی‌دار نبودن مجذور انحرافات از خط رگرسیون (S^2_{di}) برای اکثر ژنوتیپ‌ها، به خوبی نمی‌توان از این پارامتر برای گزینش ژنوتیپ‌های پایدار استفاده نمود. همچنین هیچ‌یک از ضرایب رگرسیون از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با ضریب رگرسیون متوسط (b=۱) نشان ندادند.

جدول ۱- میانگین سه ساله عملکرد ژنوتیپ‌های گندم در مناطق مختلف

Table ۱. Grain yield mean of wheat genotypes in three cropping seasons in different locations

Genotypes	Karaj	Hamedan	Mashhad	Jolgeh Rokh	Arak	Tabriz	Ardebil
C-75-1 (Check)	٧١٨١	٦٦٧٤	٦٢١٤	٦٩٩٦	٥٠٢٩	٧٣٩٤	٦١٠٥
C-75-2	٧٥٥٣	٦٦٣٥	٦٣٠٢	٥٩٦٠	٥٦٠٨	٧٦٠٢	٦١٤٧
C-75-3	٦٩٩٦	٦٩٠٢	٦٤٨١	٥٨٥٢	٥٤٧٥	٦٦٤٠	٦٩١٢
C-75-4	٦٥٣٢	٦١٣٠	٦٤٠٠	٧٠٠٨	٥٥٥٦	٦٢٦٣	٥٩٦٢
C-75-5	٧٤٥٦	٦٢٢٧	٦٥٦٥	٦٨٣٢	٥٣٣٧	٧٢٣٨	٦٣٣٩
C-75-6	٦٨٤٤	٦١٠١	٦٤٧٥	٧٣٦٠	٤٩٧٩	٥٨٢٣	٥٨٣٧
C-75-7	٧٣٢٠	٧٠٠٧	٦٦٤٣	٦٦٢١	٥٠٤٧	٤٥٢٠	٥١٨٦
C-75-8	٧٤٦٣	٦٠٤٦	٦١٥٦	٦٧١٣	٤٧٥١	٥١٥٥	٤٨١٢
C-75-9	٦٦٥٢	٥٣٠٩	٦٢١٢	٦٦٠٤	٤٨٦٦	٦٥٦٥	٦٩٦٧
C-75-10	٦٨١٨	٥٨٩٤	٦٠٥٧	٧١١٣	٤٤٢٧	٦٨٠٧	٥٧٧٢
C-75-11	٧٢١٠	٥٢٨٣	٦٠٢٧	٦٤٤٤	٥١٣٣	٦٨٥٢	٦٥٥٦
C-75-12	٧٢٤١	٦٥٩٩	٦٦٩٠	٦١١٥	٥٠٠٢	٥٧٧٧	٤٨٠٧
C-75-13	٦٩١٧	٦١٠٤	٦٣٢٩	٦٤٧٨	٥٣٠٠	٦١٨١	٥٤٦٣
C-75-14	٧٢٠٦	٦٣٢٨	٦٢٧١	٤٨٤٤	٥٠٤١	٥٣١٤	٣٩٨٦
C-75-15	٧١٤٠	٦٠٩٥	٦٢٥٥	٦٩٢١	٥٢١٤	٦٧٧٦	٥٣٩٥
C-75-16	٦٩٧١	٥٨٦٩	٧١٢٥	٧٠٢٥	٤٦٣٠	٦٢٩٤	٦٤٦٥
C-75-17	٥٩٧٩	٥٥٩٢	٥٧٥٢	٧٦٢٢	٤٣٩٥	٦٥٢٥	٥٤٢٥
C-75-18	٥٨٦٧	٥٩٥٤	٥٦٥٣	٧٥٠٥	٤٨٢٧	٤٩٨٩	٤٠١٩
C-75-19	٦٨٢٦	٦٠٧٦	٦٥١٥	٦٧٥١	٤٥٦٩	٦٤٤٤	٥٤٤٨
C-75-20	٦٩٠١	٦١١٦	٦٢٨٩	٦٥٩٨	٤٩٨٣	٥٦٦١	٤٦٤٧

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه در مناطق مختلف در سال‌های زراعی ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹

Table 2. Combined analysis of variance for grain yield at seven locations in 1997– 2000 cropping seasons

منابع تغییرات S. O. V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Location	6	102119789 n.s
Year	2	18810115 n.s
Location × Year	12	106051919 **
Rep (Location × Year)	63	1256769
Genotype	19	6923203 *
Genotype × Location	114	3501015**
Genotype × Year	38	1823563 n.s
Genotype × Year × Location	228	1660434 **
Error	1197	607240
Total	1679	2208181

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

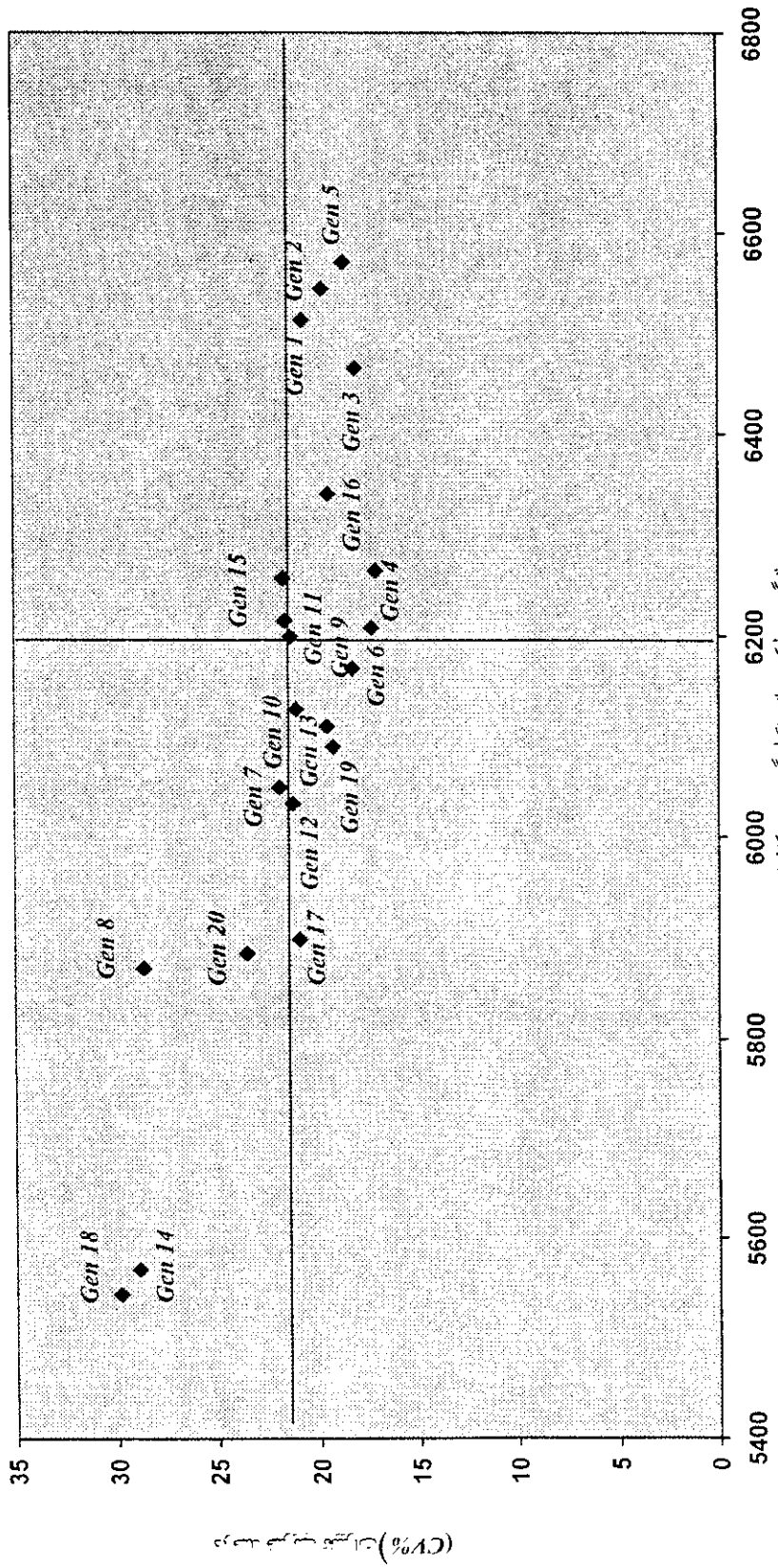
ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

نهایتاً با توجه به جدول ٤، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۵ و ۱٦ با داشتن میانگین عملکرد بالا، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از خط رگرسیون غیر معنی‌دار، ژنوتیپ‌هایی با سازگاری عمومی خوب شناخته شدند. در بین این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ شماره ۵ با میانگین عملکرد ٦۵۷۱ کیلوگرم در هکتار به عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ برای کلیه مناطق شناخته شد. آقایی و همکاران (۱۳۷۳) با استفاده از همین روش پایداری نه ژنوتیپ جو بهاره را به مدت چهار سال در تبریز مورد مطالعه قرار داده و رقم والفجر را با تولید عملکرد بیش از میانگین کل، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از خط رگرسیون غیر معنی‌دار برتر از سایر ارقام دانستند. قزوینی (۱۳۷۵) نیز این روش را در مقایسه با روش میانگین مربعات درون مکانی (Lin and Binns, ۱۹۸۸) روش مناسب‌تری برای مطالعه پایداری گزارش کرده است.

پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری (Kang, ۱۹۹۳) نیز تعیین و نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است. در ستون چهارم (تصحیح نسبت به رتبه) این جدول رتبه ۱- بیانگر پایین بودن عملکرد آن ژنوتیپ‌ها نسبت به عملکرد رقم شاهد به مقدار کمتر از یک LSD می‌باشد و رتبه‌های ۲-،۳-،٤- و ۵- به ترتیب بیانگر پایین بودن عملکرد آن ژنوتیپ‌ها نسبت به عملکرد رقم شاهد به مقدار یک، دو، سه و چهار LSD می‌باشند و رتبه ۱+ بیانگر بیشتر بودن عملکرد آن ژنوتیپ‌ها نسبت به رقم شاهد به میزان کمتر از یک LSD می‌باشد. ستون پنجم با نام رتبه تصحیح شده از جمع

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- پراکنش ژنوتیپ‌های گندم نان بر اساس عملکرد دانه و ضریب تغییرات محیطی (CV)

Fig. 1. Scatter of bread wheat genotypes based on grain yield and coefficient of variation (CV)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان به روش ابرهارت و راسل

Table ۳. Stability analysis of grain yield of bread wheat genotypes using Eberhart and Russell's method

منابع تغییرات S. O. V.	درجه آزادی df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS
Total	419	725519400	
Genotype (G)	19	32999860	1736835.0 **
E + (G × E)	400	692519500	
Environment (E)	20	475803500	23790175.0**
G × E	380	216716000	570305.2 ns
E (linear)	1	475803700	
G × ENV (linear)	19	10847170	570903.6 ns
Pooled dev	380	205871200	541766.4
Gen.1	19	---	463966.0 ns
Gen.2	19	---	546980.8 ns
Gen.3	19	---	621501.2 ns
Gen.4	19	---	292309.1 ns
Gen.5	19	---	245689.3 ns
Gen.6	19	---	226171.4 ns
Gen.7	19	---	1005397.0*
Gen.8	19	---	492722.8 ns
Gen.9	19	---	630573.8 ns
Gen.10	19	---	348086.8 ns
Gen.11	19	---	597143.5 ns
Gen.12	19	---	467674.1 ns
Gen.13	19	---	128032.0 ns
Gen.14	19	---	1843327.0 **
Gen.15	19	---	347637.7 ns
Gen.16	19	---	398840.6 ns
Gen.17	19	---	554032.8 ns
Gen.18	19	---	101651.0*
Gen.19	19	---	164545.0 ns
Gen.20	19	---	449046.8 ns
Pooled error	1197	---	607240.0

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جبری رتبه عملکرد و میزان تصحیح نسبت به رتبه هر ژنوتیپ حاصل شده است . با این رتبه‌بندی عملکرد تا این مرحله ژنوتیپ شماره ۵ بیشترین عملکرد و ژنوتیپ شماره ۱۸ کمترین عملکرد را دارا بودند.

ستون ششم به نام واریانس پایداری است که در این مرحله پایداری ارقام با استفاده از روش شوکلا (Shukla, ۱۹۷۲) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. به طوری که کمتر بودن میزان واریانس بین محیط‌ها بیانگر پایدار بودن آن

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴- پارامترهای رگرسیونی پایداری برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 4. Stability regression parameters for grain yield of bread wheat genotypes

ژنوتیپ Genotype(1)	میانگین (kg ha^{-1})	ضریب رگرسیون (bi)	انحراف از خط رگرسیون (S^2di)	ضریب تشخیص (R^2)
1	6513	1.08 ns	463966 ns	0.76
2	6544	0.98 ns	546980 ns	0.69
3	6465	0.81 ns	621501 ns	0.57
4	6264	0.85 ns	292309 ns	0.76
5	6571	1.03 ns	245689 ns	0.85
6	6208	0.89 ns	226171 ns	0.81
7	6049	0.83 ns	1005397 *	0.46
8	5871	1.41 ns	492722 ns	0.83
9	6168	0.75 ns	630573 ns	0.53
10	6127	1.06 ns	348086 ns	0.80
11	6215	1.02 ns	597143 ns	0.69
12	6033	1.01 ns	467674 ns	0.73
13	6110	1.05 ns	128032 ns	0.91
14	5570	0.84 ns	1843327**	0.32
15	6256	1.13 ns	347637 ns	0.82
16	6340	0.98 ns	398840 ns	0.75
17	5899	0.92 ns	554033 ns	0.66
18	5545	1.22 ns	1011651*	0.65
19	6090	1.01 ns	164545 ns	0.89
20	5885	1.12 ns	449047 ns	0.78

(1): See Table 1.

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ژنوتیپ می‌باشد . در روش شوکلا (Stability variance) پایدار بودن یک ژنوتیپ بیانگر بالا بودن عملکرد آن نمی‌باشد . لذا در روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری،آماره پایداری شوکلا به عنوان بخشی از کل روش مورد استفاده قرار گرفته است.

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول ۵- تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان به روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری

Table 5. Stability analysis of grain yield in bread wheat genotypes using simultaneous selection for yield and stability

ژنوتیپ Genotype	عملکرد Yield (kg ha^{-1})	رتبه عملکرد Yield rank	نسبت به رتبه تصحیح Adjustment to rank	رتبه تصحیح شده Adjusted	واریانس پایداری Stability variance σ^2	میزان پایداری Stability rating	اثر توام عملکرد و پایداری (YS)
C-75-1(Shahreeyar)	6513	18	0	18	1867087	-8	10
C-75-2	6544	19	+1	20	2183969	-8	12
C-75-3	6465	17	-1	16	2689601	-8	8
C-75-4	6264	15	-2	13	1219040	-8	5
C-75-5	6571	20	+1	21	916978	0	21
C-75-6	6208	12	-2	10	8903577	0	10
C-75-7	6049	7	-3	4	4280042	-8	-4
C-75-8	5871	3	-4	-1	2827599	-8	-9
C-75-9	6168	11	-2	9	2862938	-8	1
C-75-10	6127	10	-2	8	1362552	-8	0
C-75-11	6215	13	-2	11	2397004	-8	3
C-75-12	6033	6	-3	3	1848110	-8	-5
C-75-13	6110	9	-3	6	426194	0	6
C-75-14	5570	2	-5	-3	7791895	-8	-11
C-75-15	6256	14	-2	12	1432644	-8	4
C-75-16	6340	16	-1	15	1559069	-8	7
C-75-17	5899	5	-4	1	2246962	-8	-7
C-75-18	5545	1	-5	-4	4405135	-8	-12
C-75-19	6090	8	-3	5	568755	0	5
C-75-20	5885	4	-4	0	1845663	-8	-8

Mean of check = 6513 (kg ha^{-1})

LSD $_{0.05}$ = 198 (kg ha^{-1})

Archive of SID

Archive of SID

در ستون بعدی (ستون هفتم) طبق روش کانگ (Kang,۱۹۹۳) اعداد ۸- و ۰ به ترتیب بیانگر معنی‌دار بودن واریانس محیطی ژنوتیپ در سطح ۹۹٪ و غیر معنی‌دار بودن آن می‌باشد. در این آزمون ژنوتیپ‌های ۵، ٦، ۱۳ و ۱۹ صرفاً پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. نهایتاً در ستون آخر با جمع جبری اعداد ستون میزان پایداری و رتبه تصحیح شده عملکرد، آماره پایداری و عملکرد (YS) برای هر ژنوتیپ مشخص شده است. در این آزمون ژنوتیپ شماره ۵ با مقدار YS= ۲۱ به عنوان برترین ژنوتیپ از نظر عملکرد و پایداری نسبت به شاهد (YS= ۱۰) شناخته شد و ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ٦ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۱٤ و ۱۸ به ترتیب با YS=-۱۱ و YS=-۱۲ ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از لحاظ گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری شناخته شدند. چوکان (۱۳۷۸) نیز با استفاده از همین روش در کنار روش‌های دیگر پایداری، تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه‌ای دارای عملکرد و پایداری بالا را معرفی کرده است.

اگر به نتایج حاصل از سه روش تجزیه پایداری به کار رفته در مطالعه توجه گردد مشاهده می‌شود که ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۵ در هر سه روش نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برتری نشان داده و می‌توانند به عنوان لاین‌های دارای عملکرد و سازگاری عمومی بالا معرفی گردند. در بین این دو ژنوتیپ، لاین شماره ۵ (C-۷۵-۵)ضمن داشتن سازگاری عمومی بالا در مناطق سرد کشور، سازگاری خصوصی خوبی نیز با شرایط استان آذربایجان غربی نشان داد. همچنین از بین روش‌های پایداری مورد مطالعه روی عملکرد، روش پایداری گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری (Kang, ۱۹۹۳) که آمیخته‌ای از دو روش آماری پارامتری (Shukla, ۱۹۷۲) و غیرپارامتری (رتبه‌ای) می‌باشد و بهترین ژنوتیپ را هم از لحاظ پایداری و هم عملکرد به طور یک جا معرفی می‌کند از بهترین روش‌ها محسوب می‌گردد.

در سال سوم آزمایش به منظور بررسی پایداری شاخص برداشت و رابطه آن با عملکرد، ابتدا تجزیه مرکب واریانس انجام شد که در آن اثراصلی مکان، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × مکان در سطح ۱٪ معنی‌دار شدند (جدول ٦). معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان بدین معنی است که تغییرات شاخص برداشت ژنوتیپ‌ها در مکان‌های مختلف با هم متفاوت هستند (جدول ۷) بنابراین پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش گزینش همزمان برای شاخص برداشت و پایداری (Kang, ۱۹۹۳) تعین گردید. همان طوری که در جدول ۸ مشاهده می‌گردد ژنوتیپ شماره ۱۵ با شاخص برداشت ٤۳٪ و YS= ۲۰ بیشترین پایداری را دارا بود. ژنوتیپ‌های ۱۳، ۸ و ۲۰ در رتبه‌های بعدی قرار گرفته و ژنوتیپ شماره ۱۰ با YS=-٦ ضعیف‌ترین ژنوتیپ شناخته شد. یزدان سپاس (Yazdansepas, ۱۹۹۷) با مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- تجزیه مرکب واریانس شاخص برداشت در سال زراعی ۷۹- ۱۳۷۸

Table 6. Combined analysis of variance for harvest index in 1999-2000 cropping season

منابع تغییرات S. O. V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS
Location	8	11377.00 **
Replication × Location	18	289.24
Genotype	19	1070.66 **
Genotype × Location	152	298.41 **
Error	342	99.09

**: معنی دار در سطح احتمال ۱٪

**: Significant at 1% probability level.

جدول ۷- میانگین سه ساله شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم در مناطق مختلف

Table 7. Mean of harvest index of wheat genotypes on three cropping seasons in different locations

Genotypes	Karaj	Hamedan	Mashhad	Ardebil	Arak	Tabriz	Khoy	Zanjan
C-75-1(Check)	0.42	0.40	0.32	0.46	0.37	0.43	0.48	0.43
C-75-2	0.41	0.39	0.32	0.43	0.36	0.45	0.48	0.42
C-75-3	0.45	0.41	0.27	0.46	0.42	0.47	0.49	0.42
C-75-4	0.34	0.31	0.30	0.43	0.31	0.43	0.44	0.36
C-75-5	0.40	0.37	0.35	0.43	0.33	0.43	0.46	0.42
C-75-6	0.42	0.36	0.40	0.48	0.38	0.42	0.46	0.39
C-75-7	0.37	0.35	0.34	0.43	0.29	0.43	0.44	0.38
C-75-8	0.49	0.39	0.31	0.41	0.42	0.48	0.51	0.49
C-75-9	0.38	0.36	0.37	0.52	0.34	0.40	0.46	0.42
C-75-10	0.41	0.42	0.30	0.47	0.32	0.40	0.46	0.38
C-75-11	0.42	0.40	0.37	0.48	0.33	0.41	0.47	0.41
C-75-12	0.33	0.37	0.33	0.40	0.33	0.41	0.46	0.39
C-75-13	0.40	0.39	0.37	0.46	0.39	0.44	0.49	0.43
C-75-14	0.40	0.43	0.30	0.41	0.38	0.43	0.45	0.41
C-75-15	0.42	0.42	0.37	0.44	0.39	0.45	0.47	0.44
C-75-16	0.42	0.39	0.42	0.47	0.41	0.40	0.51	0.42
C-75-17	0.38	0.40	0.32	0.5	0.43	0.46	0.47	0.40
C-75-18	0.44	0.39	0.24	0.36	0.40	0.44	0.5	0.44
C-75-19	0.39	0.34	0.31	0.43	0.34	0.45	0.48	0.36
C-75-20	0.45	0.44	0.27	0.42	0.44	0.45	0.51	0.48

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- تجزیه پایداری شاخص برداشت (HI) ژنوتیپ‌ها به روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری

Table 8. Stability analysis of harvest index of the genotypes using simultaneous selection for yield and stability

ژنوتیپ Genotype[1]	میانگین شاخص برداشت HI (%)	رتبه Rank	تصحیح نسبت به رتبه Adjustment to rank	رتبه تصحیح شده Adjusted rank	واریانس پایداری Stability variance σ^2	میزان پایداری Stability rating	اثر توام عملکرد و پایداری (YS)
1	41	12	1	13	23.2	0	13
2	40	10	-1	9	32.1	0	9
3	42	16	2	18	323	-8	10
4	36	1	-3	-2	187	0	-2
5	40	7	-1	6	74	0	6
6	41	13	1	14	320	-8	6
7	38	2	-2	0	198	-4	-4
8	44	20	3	33	688	-8	15
9	40	8	-1	7	479	-8	-1
10	39	4	-2	2	263	-8	-6
11	41	11	1	12	230.5	-4	8
12	38	2	-2	0	159	0	0
13	42	15	1	16	51.8	0	16
14	39	6	-1	5	217	-4	1
15	43	18	2	20	120.5	0	20
16	42	17	2	19	410.3	-8	11
17	41	14	1	15	405	-8	7
18	40	9	-1	8	782	-8	0
19	39	4	-2	2	232	-4	-2
20	44	19	3	22	735	-8	14

(1): See Table 1
Mean = 40.6 %
LSD (p=0.05) = 0.014

پایداری، وراثت‌پذیری، اجزاء و زیراجزای شاخص برداشت در گندم با استفاده از روش پایداری گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری بیان داشت که هر دو صفت عملکرد و شاخص برداشت ناپایدار می‌باشند، اما این ناپایداری در گندم‌های زمستانه و بهاره متفاوت است و هر دو صفت به طور معنی‌داری اما متفاوت از هم تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند.

مقایسه کلی نتایج پایداری عملکرد دانه و شاخص برداشت نشان داد که علی‌رغم

www.SID.ir

Archive of SID

همبستگی مثبت معنی‌دار (**r=٪۳۶) بین آن‌ها، پایداری ژنوتیپ‌ها برای این دو صفت یکسان نمی‌باشد و همیشه برترین ژنوتیپ از لحاظ عملکرد دانه بهترین از لحاظ شاخص برداشت نمی‌باشد. در این آزمایش برای عملکرد دانه ژنوتیپ ۵ و برای شاخص برداشت ژنوتیپ ۱۵ برترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. در سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۶۲ در مرکز تحقیقات بین‌المللی CIMMYT ، شاخص برداشت و تعداد دانه در واحد سطح به عنوان دو ویژگی مرفولوژیکی مرتبط با پتانسیل عملکرد گندم معرفی شده و یک سقف بیولوژیکی معادل ٪۶۰ برای شاخص برداشت گندم برآورد شده است (Reynolds, ۲۰۰۲). از آن‌جایی که رسیدن به این سقف هنوز برای ارقام ایرانی تحقق نیافته و جا برای افزایش محصول از طریق افزایش شاخص برداشت وجود دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود به‌نژادی گندم برای مناطق سرد در جهت انتخاب ژنوتیپ‌ها برای شاخص برداشت بالاتر و تعداد دانه بیشتر در واحد سطح با حفظ سقف عملکرد بیولوژیکی یا افزایش توأم عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت برنامه‌ریزی و اجرا گردد.

سپاسگزاری

از کلیه همکارانی که در مراحل مختلف اجرای این تحقیق در مراکز تحقیقاتی اقلیم سرد کشور ما را یاری نموده‌اند تشکر و سپاسگزاری می‌گردد.

منابع مورد استفاده **References**

آقایی، م.، مقدم، م.، ولی زاده، م.، و کاظمی، ح. ۱۳۷۳. تجزیه پایداری و تجزیه همبستگی عملکرد دانه در تعدادی از ارقام جو. چکیده مقالات سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

چوکان ر. ۱۳۷۸. مطالعه بررسی پایداری عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای با استفاده از معیارهای مختلف پایداری. نهال و بذر ۱۵: ۱۸۳-۱۷۰.

ضعیفی‌زاده، م.، مقدم، م.، اکبری، ع.، و محفوظی، س. ۱۳۷۵. بررسی پارامترهای مختلف پایداری و تعیین ارقام پایدار گندم‌های بهاره آبی مناطق نیمه گرمسیر ساحل خزر. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، اصفهان.

قزوینی، ح. ۱۳۷۵. بررسی پارامترهای مختلف پایداری برای تعیین ارقام پایدار جو در مناطق سردسیر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

www.SID.ir

Archive of SID

Allard, R. W., and Bradshaw, A. D. 1966. Implication of genotype– environmental interaction in applied plant breeding. Crop Science. 4: 505-507.

Baker, R. J. 1969. Genotype- environmental stability and adaptation of several cotton cultivars. Crop Science. 16: 821-824.

Barah, B. C., Binswanger, H. P., Bana, B. S., and Rao, G. P. 1981. The use of risk aversion in plant breeding; concepts and applications. Euphytica 30: 451-458.

Breese, El. 1969. The measurement and significance of genotype– environment interaction in grasses. Heredity 24: 27-44.

Donald, C. M., and Hamblin, J. 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. Advance in Agronomy 28: 366-405.

Eberhart, S. A., and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 6: 36-40.

Finlay, K. W., and Wilkinson, G. N. 1963. The analysis of adaptation in plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research 14: 742-754.

Francis, T.R., and Kannenberg, L.W. 1978. Yield stability studies in short-season maize:1.A descriptive method for grouping genotypes. Plant Science. 58: 1029-1034.

Jain, H. K. 1986. Eighty years of post mendelian breeding for crop yield nature of selection pressures and future potential. Indian Journal of Genetics 46: 30-53.

Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: consequences for growers. Agronomy Journal 85: 754-757.

Kang, M. S. 1998. Crossing genotype- environment interaction for crop cultivar development. Adv. Agron. 62: 199-252.

Knight, R. 1970. The measurement and interpretation of genotype-environment interactions. Euphytica 19: 225-235.

Lin, C. S., and Binns, M. R. 1988. A method of analysis cultivar × location × year experiment: a new stability parameter. Applied Genetics 76: 425-430.

Paolo, A. 2002. Genotype × environment interaction, challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Plant Production and Protection, Paper No. 174, FAO, Rome.

Perkins, J. M., and Jinks, J. L. 1971. Specifity of the interaction of genotypes with contrasting environments. Heredity 26: 463-474.

www.SID.ir

Archive of SID

Reynolds, M. P. 2002. Physiological approaches to wheat breeding. In: Curtis, B. C., Rajaram, S., and Macpherson, H.G. (eds.) Bread Wheat Improvement and Production. Plant Production and Protection Series, No. 30, FAO, Rome.

Sharma, R. C., Smith, E. L., and McNew, R.W. 1987. Stability of harvest index in three winter wheat. Crop Science 27: 104-108.

Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. Heredity 29: 237-274.

Yazdansepas, A. 1997. Studies of the stability, heritability, components and sub-components of harvest index in wheat. Ph.D. Thesis, University of Guelph, Canada.

آدرس نگارندگان:

محمد دشتکی و محمدرضا قنادها- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

امیر یزدان‌سپاس، توحید نجفی‌میرک، رامبد جوکار و احمدرضا کوچکی- بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ٤١١٩، کرج ٣١٥٨٥.

محمدرضا اسلامپور، علی‌اکبر مؤیدی، محمود ناظری، سعید عابدی اسکوئی، غلامرضا امین‌زاده، رامین سلطانی و شهناز عاشوری- به ترتیب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، خراسان، آذربایجان شرقی، اردبیل، زنجان و آذربایجان غربی.

www.SID.ir