مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد پنجم، شماره سوم، پاییز ۹۱
۸۱-۹۷
http://ejcp.gau.ac.ir

مقایسه روش‌های مختلف ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی

*لیلا زارعی[۱]، عزت‌اله فرشادفر[۲]، رضا حق‌پرست[۳]، رحمان رجبی[۳]،
مریم محمدی‌سراب‌بادیه[۴] و حسن زالی[۴]

[۱]دانشجوی دکتری گروه اصلاح نباتات، دانشگاه رازی کرمانشاه، [۲]استاد گروه اصلاح نباتات، دانشگاه رازی کرمانشاه،
[۳]معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم ایستگاه سرارود، [۴]کارشناس‌ارشد گروه اصلاح نباتات، دانشگاه رازی کرمانشاه
تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۱/۰٤/۲٤

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید عملکرد گیاهان زراعی در دنیا است. برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط (G×E) تحت تنش خشکی بسیار معمول بوده و پیشرفت کارهای اصلاحی را مشکل می‌سازد. برای ارزیابی این برهم‌کنش، ۲۰ ژنوتیپ گندم نان در یک طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و ۲ مکان (مکان تنش و مکان غیرتنش) در دو سال زراعی مورد بررسی قرار گرفتند. پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از چندین روش پایداری از جمله انحراف از خط رگرسیون و ضریب خط رگرسیون در روش ابرهارت و راسل، واریانس پایداری شوکلا، انتخاب هم‌زمان برای عملکرد و پایداری، اکووالانس ریک و روش ناپارامتری رتبه مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از این مطالعه مقایسه نتایج روش‌های بالا و انتخاب ساده‌ترین روش برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها بود. در بیش‌تر روش‌ها ژنوتیپ‌های شماره ۹ و ۱۲ به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها انتخاب گردیدند. ضرایب همبستگی روش‌های مختلف تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن تعیین گردید. به‌دلیل همبستگی قوی معنی‌دار بین میانگین عملکرد و میانگین رتبه و همبستگی‌های قوی و معنی‌دار بین انحراف از رگرسیون و سایر روش‌های مورد استفاده و همبستگی قوی بین این روش با روش انحراف معیار رتبه می‌توان نتیجه گرفت که روش ساده رتبه‌بندی برای تعیین پایدارترین ژنوتیپ‌ها کافی بوده است.

واژه‌های کلیدی: تجزیه پایداری، گندم نان، روش ناپارامتری رتبه، مقاومت به خشکی

* مسئول مکاتبه: lzarei1360@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان تقریباً ٤٠ درصد اراضی جهان را شامل گردیده و بالغ بر ۷۰۰ میلیون نفر از جمعیت دنیا در این مناطق سکونت دارند که حدود ٦٠ درصد از این اراضی در کشورهای در حال توسعه واقع شده‌اند (هاشمی‌نیا، ۱۹۹۹). خشک‌سالی و تنش ناشی از آن مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در جهان با محدودیت روبرو ساخته است (سیانی و آسپینال، ۱۹۸۱). مسئله انتخاب محیط‌های مناسب، پیشرفت اصلاحی را برای تحمل تنش‌های غیرزیستی در محیط‌های هدف که تغییرپذیری بالایی دارند، مشکل کرده است (بنزیگر و همکاران، ۲۰۰٦). برخی از محققان تنها به انتخاب تحت شرایط مطلوب معتقدند (ریچاردز، ۱۹۹٦؛ وان‌جینکل و همکاران، ۱۹۹۸؛ رجارام و وان‌جینکل، ۲۰۰۱؛ بتران و همکاران، ۲۰۰۳). انتخاب در شرایط تنش موردنظر نیز بسیار توصیه شده است (سکارلی، ۱۹۸۷؛ سکارلی و گراندو، ۱۹۹۱).

برخی محققان راه‌حل میانه‌ای را انتخاب کرده‌اند و به انتخاب تحت هر دو شرایط مطلوب و تنش معتقدند (کلاول و همکاران، ۲۰۰٤؛ کلاول و همکاران، ۲۰۰٦؛ سی‌وسه‌مرده و همکاران، ۲۰۰٦). گسترده‌ترین شاخص کاربردی مقاومت به خشکی از طریق ارزیابی برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط می‌باشد (کافی و مهدوی‌دامغانی، ۲۰۰۲).

سازگاری قابلیت یک ژنوتیپ برای تولید دامنه مفیدی از فنوتیپ‌ها در محیط‌های متفاوت (ترکیبی از سال‌ها و مکان‌های مختلف) است (فرشادفر، ۱۹۹۹). مطالعه و بررسی میزان سازگاری و پایداری ارقام در شرایط محیطی مختلف در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌علت 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 می‌کند اما می‌توان با مطالعه سازگاری و پایداری عملکرد آن‌ها در محیط‌های مختلف، رقمی را که در همه مناطق اقلیمی عملکرد قابل‌قبولی داشته و سازگاری عمومی وسیعی با محیط‌های مختلف دارا باشد، انتخاب و توصیه نمود (دشتکی و همکاران، ۲۰۰٤).

توجه به اهمیت انعطاف‌پذیری موجودات زنده سبب افزایش فعالیت به نژادگران گیاهی در تهیه ارقام دارای سازگاری وسیع شده و قابلیت برخی از ارقام زراعی که بتوانند به‌خوبی در شرایط متفاوت محیطی رشد و نمو نمایند، سالیان درازی است که مورد توجه قرار گرفته است. این امر موجب شده است که در برنامه‌های اصلاحی بر پایداری فنوتیپی تأکید بیش‌تری صورت گیرد (امیری‌گنگجین،

Archive of SID

www.SID.ir

۱۹۹۶). معمولاً اصلاح‌گران سعی می‌کنند ژنوتیپ‌های را انتخاب کنند که قدرت پایداری و عملکرد بالا در همه سال‌ها و مکان‌ها داشته باشند. در مجموع یک ژنوتیپ زمانی پایدار است که عملکرد آن از میانگین عملکرد یک گروه از ژنوتیپ‌های استاندارد در محیط‌های مختلف انحراف نداشته باشد (گانکیلز و همکاران، ۲۰۰۳).

روش اکووالانس توسط ریک (۱۹۶۲) پیشنهاد شد، او از برهم‌کنش رقم و محیط برای هر ژنوتیپ به‌عنوان پارامتر پایداری استفاده کرد. در تجزیه واریانس این روش، سهم هر کدام از ژنوتیپ‌ها در برهم‌کنش رقم و محیط محاسبه گردیده و از بزرگی سهم هر ژنوتیپ به‌عنوان معیاری برای سنجش میزان سازگاری استفاده می‌گردد به‌طوری‌که هرچه سهم یک ژنوتیپ بیش‌تر باشد، پایداری آن ژنوتیپ کم‌تر خواهد بود (روی، ۲۰۰۰).

شوکلا (۱۹۷۲) برآورد واریانس هر ژنوتیپ در محیط‌های مختلف را براساس باقی‌مانده به‌دست آمده از طبقه‌بندی دوطرفه محیط و رقم پیشنهاد نمود. طبق واریانس پایداری شوکلا، ژنوتیپی پایدار است که مقدار واریانس پایداری آن حداقل باشد. ابرهارت و راسل (۱۹۶۶) سه معیار ضریب رگرسیون (b_i)، انحراف از رگرسیون (Sd_i^2) و میانگین هر ژنونیپ به‌عنوان معیار جدیدی در ارزیابی پایداری ارقام به‌کار گرفتند. طبق نظر ابرهارت و راسل (۱۹۹۶)، ژنوتیپ‌هایی پایدار و مناسب هستند که دارای شاخص انحراف از رگرسیون کوچک، میانگین عملکرد بیش‌تر از میانگین عملکرد کل آزمایش و ضریب رگرسیون معادل ۱ باشند. مدلی که توسط ابرهارت و راسل ارایه گردید، اگرچه بهترین نبود ولی هم‌اکنون معمول‌ترین روشی است که در مقیاس وسیع به‌کار می‌رود (گانکیلز و همکاران، ۲۰۰۳).

کنگ (۱۹۹۳) روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری را برای تعیین پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در مکان‌های مختلف ارایه نمود. او 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 رتبه‌بندی شده و سپس به کمک آماره پایداری شوکلا، عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌ها تعیین می‌گردد.

روش ناپارامتری رتبه، ژنوتیپ‌ها را براساس عملکرد دانه در همه محیط‌ها رتبه‌بندی می‌کند (کم‌ترین رتبه به بهترین ژنوتیپ و بیش‌ترین رتبه به بدترین ژنوتیپ تعلق می‌گیرد) و سپس میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه‌ها برای هر ژنوتیپ محاسبه شده و ژنوتیپ‌های دارای میانگین و انحراف معیار کم به‌عنوان ژنوتیپ‌های پر پتانسیل در نظر گرفته می‌شوند (فرشادفر، ۱۹۹۹).

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به پیچیده بودن و گستردگی روش‌های تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها اصلاح‌گران در استفاده از روشی ساده و مناسب دچار سردرگمی هستند. اهداف اصلی این پژوهش دست‌یابی به ارقام گندم با عملکرد بالا و پایدار در مناطق تحت تنش و معرفی ساده‌ترین روش برای تعیین ژنوتیپ‌های پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این بررسی با استفاده از ۲۰ ژنوتیپ پیشرفته گندم نان در دو سال زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار و در ۲ سطح تنش و بدون تنش (آبیاری تکمیلی) در مؤسسه تحقیقات دیم سرارود در کرمانشاه به طول جغرافیایی ٤٧ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳٤ درجه و ۲۰ دقیقه به اجرا در آمد. میزان متوسط بارندگی سالیانه آن ٤٧٨ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

در مزرعه هر کرت شامل ۵ خط ۳ متری به فاصله خطوط ۲۰ سانتی‌متر و تراکم ٤۰۰ بذر در مترمربع بود. ارقام مورد استفاده شامل ۱۷ ژنوتیپ پیشرفته گندم نان، ارقام آذر ۲ و سرداری به‌عنوان شاهد دیم و رقم مرودشت به‌عنوان شاهد آبی بود. اولین بارندگی پس از کاشت به‌عنوان تاریخ کشت در نظر گرفته شد. از این تاریخ به بعد طرح آزمایشی تنش آبی تا موقع برداشت تحت‌تأثیر تیمار آبی قرار نگرفت و با توجه به این‌که تنش خشکی در فصل بهار بعد از مرحله گل‌دهی شروع شد، بنابراین تیمار بدون تنش از زمان گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی در سه نوبت (گل‌دهی، اواسط دانه بستن و اواخر تشکیل دانه تحت‌تأثیر تیمار آبی قرار گرفت. در طول دوره اجرای طرح از هیچ نوع کودی استفاده نشد و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. برداشت در اواخر تیرماه صورت گرفت. برای انجام یادداشت‌برداری‌ها از هر ژنوتیپ در هر تکرار ۵ بوته به تصادف انتخاب شد. تجزیه‌های ساده و مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام و سپس با استفاده از روش‌های اکووالانس ریک (۱۹٦۲)، واریانس پایداری شوکلا (۱۹۷۲)، روش رگرسیونی ابرهارت و راسل (۱۹٦٦) (ضریب رگرسیون (b_i) و انحراف از رگرسیون (Sd_i^2))، روش ناپارامتری رتبه (میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه) و روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری کنگ (۱۹۹۳) روی داده‌ها تجزیه پایداری انجام گرفت. در روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌های از کم‌ترین تا بیش‌تر مقدار عملکرد رتبه‌بندی شدند، اگر میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ کم‌تر از میانگین کل با

Archive of SID

www.SID.ir

اختلاف کم‌تر از یک LSD بود، با ۱- نشان داده شدند و در صورتی‌که میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ بیش‌تر از میانگین کل با اختلاف کم‌تر از یک LSD، حداقل یک LSD و حداقل دو LSD بود به‌ترتیب با ۱، ۲ و ۳ نشان داده شدند (تصحیح نسبت به رتبه). سپس رتبه تصحیح شده برای هر ژنوتیپ از جمع جبری رتبه عملکرد و میزان تصحیح نسبت به رتبه هر ژنوتیپ محاسبه شد. از وایانس پایداری شوکلا برای پایداری ژنوتیپ‌ها استفاده شد. به این صورت که براساس روش کنگ (۱۹۹۳) اعداد ۸-، ٤-، ۲- و ۰ به‌ترتیب به واریانس‌های معنی‌دار در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد و واریانس غیرمعنی‌دار اختصاص داده شدند. در نهایت با جمع جبری هر ستون میزان پایداری و رتبه تصحیح شده عملکرد، آماره عملکرد و پایداری (Ysi) برای هر ژنوتیپ مشخص شد. با استفاده از روش ناپارامتری رتبه، ژنوتیپ‌ها براساس عملکرد دانه در همه محیط‌ها رتبه‌بندی شدند (کم‌ترین رتبه به بهترین ژنوتیپ و بیش‌ترین رتبه به بدترین ژنوتیپ تعلق گرفت) و سپس میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه‌ها برای هر ژنوتیپ محاسبه شد و ژنوتیپ‌های دارای میانگین و انحراف معیار کم به‌عنوان ژنوتیپ‌های پر پتانسیل در نظر گرفته شدند. سال اول مکان غیرتنش به‌عنوان محیط ۱، سال اول مکان تنش به‌عنوان محیط ۲، سال دوم مکان غیرتنش به‌عنوان محیط ۳، سال دوم مکان تنش به‌عنوان محیط ٤ نام‌گذاری شده است. انحراف معیار رتبه برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر با میانگین‌های رتبه برابر استفاده می‌شود.

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 همه محیط‌ها به‌جز محیط غیرتنش سال اول، اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد مشاهده شد. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در همه محیط‌ها در جدول(۱) نشان داده شده است. نتایج نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. برای بررسی یکنواختی واریانس خطا در محیط‌های مختلف از آزمون بارتلت استفاده گردید. آزمون بارتلت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد که نشان می‌دهد واریانس اشتباه آزمایش‌های جداگانه، غیریکنواخت هستند. تبدیل داده‌ها منجر به از دست رفتن قسمتی از اطلاعات و تصمیم‌گیری نادرست در تجزیه پایداری می‌شود، در ضمن برخی از محققان آن را توصیه نمی‌کنند (هیوگ و گاچ، ۱۹۸۸؛ بردلی، ۱۹۸۲؛ حیدرشاه و همکاران، ۲۰۰۹)، بنابراین از تبدیل داده استفاده نگردید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها بر حسب کیلوگرم بر هکتار (± میانگین خطای استاندارد) در محیط‌های مختلف.

ژنوتیپ	شرایط تنش سال اول	شرایط غیرتنش سال اول	شرایط تنش سال دوم	شرایط غیرتنش سال دوم
۱	٤٤/٦٠±٨١٦	٥٨٥/٠٤±٣٨٤٩	٨٦/٣٧±٢٧٤٥	١٨٤/٠±٣٧٦٥
۲	١٣٢/٥٥±٩٠٩	١٩٠/٨٧±٣١٤٤	٩١/٣٢±٢٨٢٨	٢٧٧/٤٦±٣٨٩١
۳	١٠٧/٤٠±١٦٦٠	١٧٤/٣٥±٣٦٠٨	٥٦/٣٣±٢٥٧٣	٧٢/٨٩±٣٤٩٠
٤	٤٨/٠٧±١٣٢٩	١٠٤/٧٢±٣٥٠١	٢١٢/٤٠±٢٦٣٧	٦٦/١١±٤٢٢٢
٥	٣١٤/٠٠±٨٦٠	٣٧٩/٤١±٢٦٤٧	١٨٠/٨٣±٢٤٣٨	٢٠٥/٢٦±٣٨١٤
٦	١٩٦/٦٦±١٢٥٢	٢٦٩/٤٤±٣١٠١	١٤٦/٦٧±٢٠٧٣	٢١٧/٧٨±٣١٤١
۷	١١٥/٥٣±١٠٤٤	٤٧٧/٣٧±٢٧٩٣	١٢٥/٣٨±٢٤٤٦	١٧٩/٥٢±٣٦٩٣
۸	١٨٦/٦٠±١٣٩٢	٦٤٥/٨١±٢٦٠٧	١/٧٦±٣٢٣٠	٥٩/٥٣±٤٠٩١
۹	١٢٧/٥٨±١٥٤١	٣٠٥/٤٩±٣٤٨٠	٣٦/٤٥±٣٠١٩	٥٢/٨٨±٣٩٧٦
۱۰	١٤٠/٨٩±١٨١١	٢١١/٣٧±٢٩١٦	٦٧/١٩±٢٩٧٣	١٤٤/١٤±٤٠٧٩
۱۱	٣١/٤٣±١٦٥٩	٥٦٩/٦٥±٢٨٧١	٥٥/٨٦±٢٩٣٠	٢٣١/٨١±٣٦٩٥
۱۲	٢٧٤/٩٧±١٦٩١	١٤١/٠٣±٣٢٢٣	٨٦/٣٣±٢٦٥٧	٢/٣٣±٤٣١٦
۱۳	١٩٢/٨٤±١٢١٦	٣٢٥/٦٣±٢٨٤٣	٣٠٥/٨٤±٢٥٣٦	١٠٥/٦٠±٣٦٩٣
١٤	٣١٤/٧٩±١١٨٣	٤١٣/٤٥±٢٧٧٤	٨١/٦٦±٢٧٢٥	٥٦/١٢±٣٩١٢
۱۵	٢٧٣/٦٥±١٣٩٦	٢١٤/٩٧±٢٧٨٩	١٨٨/٨٣±٢١٢١	٣٣٦/٧٧±٣٨٠٥
۱۶	٢٢/٠٣±١٠٦٨	٤٦٦/١٩±٣١٧٥	١١٩/٣٧±٢٥٤٦	٨٩/٤٠±٣٩٦٥
۱۷	٤٣٠/٢٠±١٢٣٥	٤٢٢/٩٩±٣٢٩٢	٩٨/٤١±٢٤١٣	١١١/٤٣±٤١٧١
۱۸	١٨/٣٤±١١٦١	١٩٦/٣١±٣٤٦١	١٣٠/٦٦±٢٥٩٥	١٧٠/١٧±٤٢٢٢
۱۹	١٨٠/٤٠±١٠٧٨	٧٩/٦٩±٣٤٦٤	١٢٩/٧٤±٢٩٣٩	١٣/٥٧±٤٣٥٠
۲۰	٩٥/٤٣±١٠٢٢	٢٩٨/٠٥±٣١٨٧	٤٥/٤٣±٣٠٤٣	٧١/٤٦±٤٠٢٨
LSD ۵ درصد	٤٥٧/٢	١٠٦١/٠	٣٧٠/٧	٤٣٦/٤

تجزیه مرکب داده‌ها براساس تجزیه محیط انجام گرفت. همان‌طورکه در جدول (۲) ملاحظه می‌گردد، برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. وجود برهم‌کنش ژنوتیپ و محیط معنی‌دار نشان می‌دهد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف عملکرد متفاوتی دارند و بیانگر این است که ارقام در محیط‌ها (مناطق) مورد مطالعه داری سازگاری خصوصی می‌باشند و گزینش ارقام براساس عملکرد تنها مناسب نبوده و علاوه‌بر عملکرد آن، بررسی پایداری برای ارزیابی پتانسیل

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ‌ها لازم می‌باشد بنابراین لازم است با استفاده از روش‌های آماری برهم‌کنش ژنوتیپ در محیط تجزیه شود تا بتوان ژنوتیپ‌های خاص را به محیط‌های ویژه نسبت داد. بنابراین برای تعیین درجه سازگاری و گروه‌بندی ارقام از روش‌های مختلف تجزیه پایداری استفاده گردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس محیط ژنوتیپ‌ها.

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
محیط	۳	۲۲۲٤۷۱۱۳۲/٤۳۳	۷٤۱٥۷۰٤٤/۱٤٤**
خطای ۱	۸	۲۱٦۸۸٤۱/۹۰۰	۲۷۱۱۰٥/۲۳۸
ژنوتیپ	۱۹	۷۸٦۸۷٥٦/٥۰۰	٤۱٤۱٤٥/۰۷۹**
ژنوتیپ × محیط	٥۷	۱٤۱٥۰۳۰٥/۰٦٦	۲٤۸۲٥۰/۹٦٦**
خطای ۲	۱٥۲	۲۳۰٦۹۸٦٦/۰۰۰	۱٥۱۷۷٥/۰۰۰
کل	۲۳۹	۲٦۹۷۲۹٤٥۷/۳۳۰	
آزمون بارتلت	۳		٦۰/۹٥**

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار.

با توجه به جدول تجزیه رگرسیون (جدول ۳) که بر مبنای روش تجزیه‌ای ابرهارت و راسل می‌باش٤د ملاحظه می‌شود که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. با استفاده از روش ابرهارت و راسل (۱۹۹٦) مجموع انحرافات از رگرسیون معنی‌دار نشد که نزدیکی نقاط مربوط به عملکرد ژنوتیپ‌ها را در اطراف خط رگرسیون نشان می‌دهد و همه ژنوتیپ‌ها حول محور b=۱ قرار گرفتند. به‌علت معنی‌دار نبودن مجذور انحرافات از خط رگرسیون (Sd_i^2) برای بیش‌تر ژنوتیپ‌ها، به‌خوبی نمی‌توان از این پارامتر برای گزینش ژنوتیپ‌های پایدار استفاده نمود. دشتکی و همکاران (۲۰۰٤) در بررسی پایداری عملکرد و شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های گندم نان، با توجه به معنی‌دار نبودن مجموع انحرافات از رگرسیون در روش ابرهارت و راسل (۱۹۹٦)، پارامتر (Sd_i^2) را پارامتر نامناسبی برای تعیین ژنوتیپ‌های پایدار معرفی کردند. برای تفسیر بهتر نتایج موقعیت همه ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه، ضریب خط رگرسیون (b_i) و میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (Sd_i^2) نقطه‌یابی شده‌اند (شکل۱). در شکل(۱) دو خط افقی به اندازه یک انحراف معیار بالاتر و پایین‌تر از ضریب خط رگرسیون واقع شده‌اند. بر این اساس ژنوتیپ‌هایی پایدار و سازگار در

Archive of SID

www.SID.ir

نظر گرفته می‌شوند که اولاً از نظر عملکرد دانه در سمت راست خطوط عمودی (عملکرد بالاتر از میانگین کل) و بین دو خط افقی (ضریب رگرسیون نزدیک به ۱) قرار گیرند و ثانیاً انحراف از خط رگرسیونی پایین‌تر داشته باشند. براساس موارد بالا ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه به‌شرح زیر گروه‌بندی شدند:

۱- ژنوتیپ‌های ۹ و ۱۲ با سازگاری عمومی خیلی‌خوب در تمام محیط‌ها با عملکرد بالا. در ضمن دارای انحراف از خط رگرسیون پایین و غیرمعنی‌دار می‌باشد.

۲- ژنوتیپ ۸ دارای سازگاری عمومی ضعیف در تمام محیط‌ها و عملکرد بالا و انحراف از خط رگرسیون بزرگ می‌باشد.

۳- ژنوتیپ‌های ١٤، ١٣، ٧، ٥ و ١٦ با سازگاری عمومی ضعیف در تمام محیط‌ها و عملکرد پایین.

٤- ژنوتیپ‌های ٦، ١١، ٣ و ١٠ دارای سازگاری خوب در محیط‌های نامساعد و عملکرد پایین (به‌جز ژنوتیپ ٦).

٥- ژنوتیپ‌های ٤، ١٩، ١٨، ٢٠، ١ و ١٧ دارای سازگاری خوب به محیط‌های مساعد و عملکرد بالا.

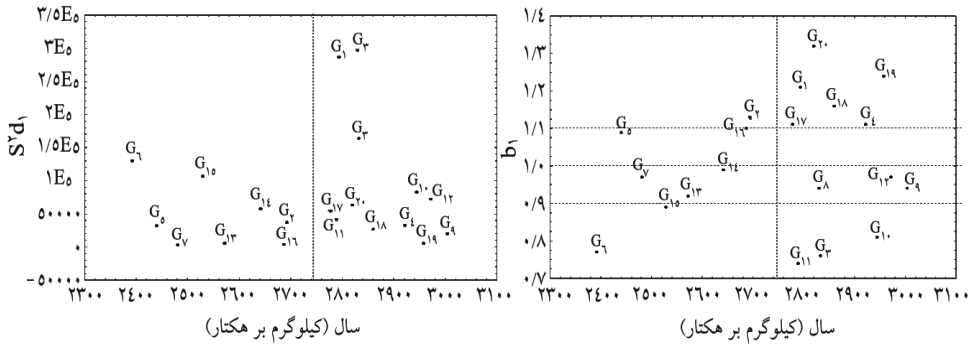
طبق واریانس پایداری شوکلا ژنوتیپی پایدار است که مقدار واریانس پایداری آن حداقل باشد، با توجه به جدول ٤ ژنوتیپ‌های شماره ٩، ١٣، ١٦، ٤، ١٤، ١٢ و ١٧ با داشتن حداقل مقدار واریانس پایداری جزو پایدارترین ژنوتیپ‌ها محسوب می‌شوند.

ژنوتیپ‌های شماره ٧، ١٣، ١٦، ٩، ٥ و ٤ دارای مقادیر اکووالانس کم‌تری هستند. هر ژنوتیپی که W_i^2 کم‌تری داشته باشد نوسانات کم‌تری در محیط‌ها دارد و بنابراین پایدارتر است (جدول ٤).

مراحل و نتایج محاسبه آماره عملکرد- پایداری (Ys_i) و گزینش هم‌زمان برای عملکرد دانه و پایداری در جدول ٥ درج گردیده است. در این روش ژنوتیپ‌هایی که Ys_i بالاتر از میانگین (Ys_i /n) دارند انتخاب می‌شوند. بر همین اساس ژنوتیپ‌های ٣، ٤، ٩، ١٠، ١٢، ١٧، ١٨، ١٩ و ٢٠ به‌ترتیب با $Ys_{٣}$=١١، $Ys_{٤}$=١٧، $Ys_{٩}$=٢١، $Ys_{١٠}$=١٦، $Ys_{١٢}$=٢٠، $Ys_{١٧}$=١٠، $Ys_{١٨}$=١٦، $Ys_{١٩}$=١٩ و $Ys_{٢٠}$=١٣ و میانگین ٢٩٠٠/٩٧٢ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناخته شدند. از طرفی ژنوتیپ ٩ با $Ys_{٩}$=٢١، برترین ژنوتیپ نسبت به سایر ارقام شناخته شد و رقم ٦ با $Ys_{٦}$= -٤، به‌عنوان ضعیف‌ترین ژنوتیپ معرفی شد. چوگان (١٩٩٩) نیز با استفاده از این روش در کنار روش‌های دیگر پایداری، تعدادی از هیبریدهای ذرت دانه‌ای دارای عملکرد و پایداری بالا را معرفی کرده است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- پراکنش ژنوتیپ‌ها بر حسب عملکرد دانه و انحراف از خط رگرسیون (سمت راست) و پراکنش ژنوتیپ‌ها بر حسب عملکرد دانه و ضریب رگرسیون (سمت چپ).

با استفاده از روش ناپارامتری رتبه و جدول(٦) می‌توان ژنوتیپ‌هایی با سازگاری خصوصی بالا در هر محیط را مشخص نمود. ژنوتیپ‌هایی که دارای رتبه کم‌تری در هر محیط می‌باشند در آن محیط سازگاری خصوصی بالاتری دارند. مثلاً در محیط ۱، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳ و ٤ دارای سازگاری خصوصی هستند. در محیط ۲ ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۱۲ و ۳ دارای سازگاری خصوصی بیش‌تری هستند. در محیط شماره ۳، ژنوتیپ‌های ۱۹، ۱۲ و ٤ و در محیط ٤، ژنوتیپ‌های ۲۰، ۸ و ۹ سازگاری خصوصی بیش‌تری دارند. با توجه به جدول(٦) ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۱۲ و ٤ با داشتن مقدار میانگین و انحراف معیار رتبه کم‌تر به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار و دارای سازگاری عمومی معرفی شدند. براساس بررسی‌های روستایی و همکاران (۲۰۰۱)، روش رتبه در شرایط دیم بهتر از سایر روش‌های ناپارامتری در گزینش ارقام پایدار و پرمحصول اصلاح‌گران را یاری می‌نماید. همچنین به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های مناسب برای شرایط تنش و شرایط غیرتنش، رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های تنش هر دو سال و نیز محیط‌های غیرتنش هر دو سال محاسبه گردید و میانگین رتبه برای آن‌ها محاسبه گردید. با توجه به جدول(٦) ژنوتیپ‌های شماره ۸، ۹، ۱۰ و ۱۱ دارای میانگین رتبه کم‌تری در شرایط تنش هستند و برای این مناطق توصیه می‌شوند. ژنوتیپ‌های شماره ٤، ۱۲، ۱۷، ۱۸ و ۱۹ دارای میانگین رتبه کم‌تری در شرایط غیرتنش بوده و برای این شرایط توصیه می‌شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها براساس مدل ابرهارت و راسل (۱۹۹۶).

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
کل	۷۹	۸۱٤۹٤۷۰۰/۰۰	
ژنوتیپ	۱۹	۲٦۲۲٤۹۰/۰۰	۱۳۸۰۲٦/۰۰ ns
محیط + (محیط در ژنوتیپ)	٦۰	۷۸۸۷۲۱۸۳/۰۰	
محیط (خطی)	۱	۷٤۱٥٦٦۰۹/۹۳	
محیط در ژنوتیپ (خطی)	۱۹	۱٦۷۲۷۹۹/۲٦	۸۸۰٤۲/۰٦ ns
انحراف مرکب	٤۰	۳۹۲۹۷۳٦/٥۱	۹۸۲٤۳/٤
ژنوتیپ ۱	۲		٦۸۱۳۲٦/٦۲ **
ژنوتیپ ۲	۲		۸٦٥۱٤/۲٥ ns
ژنوتیپ ۳	۲		۱٦٥۲۷۰/٤۱ *
ژنوتیپ ٤	۲		۳٥٤۱۳/٤۰ ns
ژنوتیپ ٥	۲		٤۱٦۸٥/۱۸ ns
ژنوتیپ ٦	۲		۱۳۱٤۸۸/٥٤ ns
ژنوتیپ ۷	۲		٥٤۸۳/۱۹ ns
ژنوتیپ ۸	۲		۲۹٦٥۲۷/۷۹ **
ژنوتیپ ۹	۲		۱۸۸۷٤/۷۸ ns
ژنوتیپ ۱۰	۲		۷٦٦۲۳/۰۳ ns
ژنوتیپ ۱۱	۲		٤٤۲۸٤/۹۷ ns
ژنوتیپ ۱۲	۲		٦٦۳٦۳/۲۸ ns
ژنوتیپ ۱۳	۲		۱۰٦۲۸/۳۱ ns
ژنوتیپ ۱٤	۲		٦۰۲٤۲/۸۹ ns
ژنوتیپ ۱٥	۲		۱۰٥۰۳۱/۰٤ ns
ژنوتیپ ۱٦	۲		۲٦٦٥/۱۰ ns
ژنوتیپ ۱۷	۲		٤۳٦۹۳/۳٤ ns
ژنوتیپ ۱۸	۲		۱٦۲٦٥/۰۸ ns
ژنوتیپ ۱۹	۲		۹٤٥۷/٤۰ ns
ژنوتیپ ۲۰	۲		٦۷۰۲۹/٥۳ ns
خطای ادغام شده	۱٦۰	۸۰۹٤۸۸۳/۳۸	٥۰٥۹۳/۰۲

* معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقادیر آماره‌های مختلف پایداری محاسبه شده.

ژنوتیپ	میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	اکووالانس ریک (W_i^2)	واریانس پایداری شوکلا (δ_i^2)	ضریب رگرسیون(b_i)	انحراف از خط رگرسیون (Sd_i^2)
١	٢٧٩٣/٧٥	٧٣١١٩١/٥٠	٢٦٨٨٣٩/٩٠**	١/٢١	٢٨٦٤٢٩/٨٠**
٢	٢٦٩٣/٠٧	١٤٠٢٨٠/٤٠	٥١٩٠٣/٧٥^{ns}	١/٣٣	٣٧١٣٥/٠٣^{ns}
٣	٢٨٣٢/٧٥	٥٣٨٧٧٩/٠٠	١٩٩٣٤٨/٢٠*	٠/٧٦	١٦٣٦٤٢/١*
٤	٢٩٢٢/٢٥	١١١٨٧٢/٧٠	٤١٣٩٢/٩٠^{ns}	١/١١	٣٣٠٢٤/٧٥^{ns}
٥	٢٤٣٩/٧٥	٩١٢١١/٣٤	٣٣٧٤٨/٢٠^{ns}	١/٠٩	٣٢٢٧٤/٢٤^{ns}
٦	٢٣٩١/٧٥	٤٥٣٩٧٥/٧	١٦٧٩٧١/٠٠*	٠/٧٧	١٢٩٩٤٩/١٠$^{+}$
٧	٢٤٨٠/٥٠	٩١٧٣/٤٣	٣٣٩٤/١٦^{ns}	٠/٩٧	٣٠٥٥/٩٨^{ns}
٨	٢٨٣٠/٠٠	٦٠٨٣٠٨/٥٠	٢٢٥٠٧٤/١٠**	٠/٩٤	٢٩٧٣٧٠/٥٠**
٩	٣٠٠٤/٠٠	٥٣٥٣٢/٧٥	١٩٨٠٧/١٢^{ns}	٠/٩٤	١٩٩٢٧/٦٨^{ns}
١٠	٢٩٤٤/٧٥	٣٠٥٠٧٦/٨٠	١١٢٨٧٨/٤٠$^{+}$	٠/٨٧	٨٢٨٣٦/٧١^{ns}
١١	٢٧٨٨/٧٥	٣٣٠١٣٨/٠٠	١٢٢١٥١/١٠$^{+}$	٠/٧٤	٤١٦١٣/٢٤^{ns}
١٢	٢٩٧١/٧٥	١٤٨٤٦٥/١٠	٥٤٩٣٢/٠٩^{ns}	٠/٩٧	٧٢١٧٢/٢٣^{ns}
١٣	٢٥٧٢/٠٠	٣٢٧٣٠/٦٦	١٢١١٠/٣٤^{ns}	٠/٩٢	٥٤١٥/١٣^{ns}
١٤	٢٦٤١/٧٥	١١٦١٠٧/٩٠	٤٢٩٥٩/٩٢^{ns}	٠/٩٩	٥٧٩١٧/٩٦^{ns}
١٥	٢٥٢٨/٧٥	٢٥٨٨٣٤/٠٠	٩٥٧٦٨/٥٨^{ns}	٠/٨٩	١٠٦٥٠٤/٣٠^{ns}
١٦	٢٦٨٦/٢٥	٤٤٣٢٥/٠٦	١٦٤٠٠/٢٧^{ns}	١/١٠	٣٨٠٦/٨٥^{ns}
١٧	٢٧٧٧/٧٥	١٥٦٣٩٧/٩٠	٥٧٨٦٧/٢٢^{ns}	١/١٢	٥٣٤٨٦/١٢^{ns}
١٨	٢٨٥٩/٧٥	١٦٨٧٤٦/٨٠	٦٢٤٣٦/٣٢^{ns}	١/١٨	٢٧٤٧٩/٢١^{ns}
١٩	٢٩٥٧/٧٥	٢٢٧١٧١/٩٠	٨٤٠٥٣/٦^{ns}	١/٢٤*	٥٣٠٦/٢٧^{ns}
٢٠	٢٨٢٠/٠٠	١٩٠٤٤٨/٤٠	٧٠٤٦٥/٩١^{ns}	١/٣٢	٦٣١١٤/٧٧^{ns}

* معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ١ درصد، $^{+}$ معنی‌دار در سطح احتمال ١٠ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- تجزیه پایداری عملکرد دانه به روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری.

ژنوتیپ	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	رتبه عملکرد	تصحیح رتبه عملکرد	رتبه تصحیح شده	واریانس پایداری	میزان پایداری	اثر همزمان عملکرد و پایداری
۱	۲۷۹۳/۷۵	۱۱	+۱	۱۲	۲۶۸۸۳۹/۹۰**	−۸	+٤
۲	۲٦۹۳/۰۷	۸	−۱	۷	۵۱۹۰۳/۷۵ns	۰	+۷
۳	۲۸۳۲/۷۵	۱٤	+۱	۱۵	۱۹۹۳٤۸/۲۰*	−٤	+۱۱†
٤	۲۹۲۲/۲۵	۱٦	+۱	۱۷	٤۱۳۹۲/۹۰ns	۰	+۱۷†
۵	۲٤۳۹/۷۵	۲	−۱	۱	۳۳۷٤۸/۲۰ns	۰	+۱
٦	۲۳۹۱/۷۵	۱	−۱	۰	۱٦۷۹۷۱۰*	−٤	−٤
۷	۲٤۸۰/۵۰	۳	−۱	۲	۳۳۹٤/۱٦ns	۰	+۲
۸	۲۸۳۰/۰۰	۱۳	+۱	۱٤	۲۲۵۰۷٤/۱۰**	−۸	+٦
۹	۳۰۰٤/۰۰	۲۰	+۱	۲۱	۱۹۸۰۷/۱۲ns	۰	+۲۱†
۱۰	۲۹٤٤/۷۵	۱۷	+۱	۱۸	۱۱۲۸۷۸/٤۰+	−۲	+۱٦†
۱۱	۲۷۸۸/۷۵	۱۰	+۱	۱۱	۱۲۲۱۵۱/۱۰+	−۲	+۹
۱۲	۲۹۷۱/۷۵	۱۹	+۱	۲۰	۵٤۹۳۲/۰۹ns	۰	+۲۰†
۱۳	۲۵۷۲/۰۰	۵	−۱	٤	۱۲۱۱۰/۳٤ns	۰	+٤
۱٤	۲٦٤۱/۷۵	٦	−۱	۵	٤۲۹۵۹/۹۲ns	۰	+۵
۱۵	۲۵۲۸/۷۵	٤	−۱	۳	۹۵۷٦۸/۵۸ns	۰	+۳
۱٦	۲٦۸٦/۲۵	۷	−۱	٦	۱٦٤۰۰/۲۷ns	۰	+٦
۱۷	۲۷۷۷/۷۵	۹	+۱	۱۰	۵۷۸٦۷/۲۲ns	۰	+۱۰†
۱۸	۲۸۵۹/۷۵	۱۵	+۱	۱٦	٦۲٤۳٦/۳۲ns	۰	+۱٦†
۱۹	۲۹۵۷/۷۵	۱۸	+۱	۱۹	۸٤۰۵۳/٦۰ns	۰	+۱۹†
۲۰	۲۸۲۰/۰۰	۱۲	+۱	۱۳	۷۰٤٦۵/۹۱ns	۰	+۱۳†
میانگین	۲۷٤۷/۷۵				LSD۱٪= ٤۰۸/۷۵		

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، + معنی‌دار در سطح احتمال ۱۰ درصد، ns غیرمعنی‌دار و † ژنوتیپ‌های برتر.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس روش ناپارامتری رتبه.

ژنوتیپ	محیط ١	محیط ٢	محیط ٣	محیط ٤	میانگین رتبه	انحراف معیاررتبه	میانگین رتبه در شرایط تنش	میانگین رتبه در شرایط غیرتنش
١	١	٢٠	١٥	٨	١١/٠٠	٨/٢٨	١٤/٠٠	٨/٠٠
٢	١١	١٨	١٢	٧	١٢/٠٠	٤/٥٤	١٢/٥٠	١١/٥٠
٣	٢	٣	١٩	١٣	٩/٢٥	٨/١٨	٨/٠٠	١٠/٥٠
٤	٣	٨	٣	١١	٦/٢٥	٣/٩٧	٩/٥٠	٣/٠٠
٥	١٩	١٩	١٣	١٧	١٧/٠٠	٢/٨٢	١٨/٠٠	١٦/٠٠
٦	١٢	٩	٢٠	٢٠	١٥/٢٥	٥/٦١	١٤/٥٠	١٦/٠٠
٧	١٦	١٦	١٨	١٦	١٦/٥٠	١	١٦/٠٠	١٧/٠٠
٨	٢٠	٧	٦	١	٨/٥٠	٨/١	٤/٠٠	١٣/٠٠
٩	٤	٥	٩	٣	٥/٢٥	٢/٦٢	٤/٠٠	٦/٥٠
١٠	١٣	١	٧	٤	٦/٢٥	٥/١٢	٢/٥٠	١٠/٠٠
١١	١٤	٤	١٦	٦	١٠/٠٠	٥/٨٨	٥/٠٠	١٥/٠٠
١٢	٨	٢	٢	١٠	٥/٥٠	٤/١٢	٦/٠٠	٥/٠٠
١٣	١٥	١١	١٧	١٥	١٤/٥٠	٢/٥١	١٣/٠٠	١٦/٠٠
١٤	١٨	١٢	١١	٩	١٢/٥٠	٣/٨٧	١٠/٥٠	١٤/٥٠
١٥	١٧	٦	١٤	١٩	١٤/٠٠	٥/٧١	١٢/٥٠	١٥/٥٠
١٦	١٠	١٥	١٠	١٤	١٢/٢٥	٢/٦٢	١٤/٥٠	١٠/٠٠
١٧	٧	١٠	٥	١٨	١٠/٠٠	٥/٧١	١٤/٠٠	٦/٠٠
١٨	٦	١٣	٤	١٢	٨/٧٥	٤/٤٢	١٢/٥٠	٥/٠٠
١٩	٥	١٤	١	٥	٦/٢٥	٥/٥	٩/٥٠	٣/٠٠
٢٠	٩	١٧	٨	٢	٩/٠٠	٦/١٦	٩/٥٠	٨/٥٠

در جدول(٧) ضرایب همبستگی روش‌های مختلف تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن آورده شده است. با توجه به برخی ضرایب همبستگی بسیار معنی‌دار و قوی بین روش‌های مختلف می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از برخی روش‌های آماری ساده برای تجزیه پایداری، نیاز به استفاده از روش‌های پیچیده برای این منظور را مرتفع می‌سازد. مثلاً همبستگی بسیار قوی بین اثر هم‌زمان عملکرد و پایداری در آماره هم‌زمان عملکرد و پایداری با میانگین رتبه در روش

Archive of SID

www.SID.ir

ناپارامتری (**۰/۹۲۰-) و میانگین رتبه با عملکرد (**۰/۹۷۸-) بیانگر این مطلب است که استفاده از روش رتبه برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها کافی بوده است و نتایج این دو روش مشابه بوده‌اند. همچنین همبستگی قوی و معنی‌داری بین روش انحراف معیار رتبه با روش‌های اکووالانس ریک (**۰/۸۹۹)، واریانس پایداری شوکلا (**۰/۹۰۰) و انحراف از رگرسیون (**۰/۸۰۳) دیده شد. به این معنی که تمامی این روش‌ها تقریباً نتایج مشابهی با روش ساده انحراف از معیار رتبه ایجاد نموده‌اند. همبستگی بین روش اکووالانس ریک با واریانس شوکلا (**۱/۰۰) و انحراف از رگرسیون (**۰/۹۱۹) می‌باشد و بیانگر ایجاد نتایج مشابه توسط این روش‌ها می‌باشد. با افزایش روش‌های آماری مشکل انتخاب بهترین آن‌ها به‌منظور تجزیه پایداری ارقام نمایان می‌شود.

انتخاب یک مدل آماری صحیح برای یک آزمایش خاص، مانند تجزیه پایداری باید براساس مهارت در آمار و بیومتری، آسانی انجام و موضوع آزمایش انجام گیرد. همبستگی بسیار قوی بین بیش‌تر روش‌های تعیین پایداری در این پژوهش بیانگر این مطلب است که این روش‌ها اکثراً نتایج مشابهی ایجاد نموده و در نتیجه می‌توان برای تعیین پایداری از روش‌های آماری ساده‌تر مانند روش ساده رتبه‌بندی به‌دلیل بالا بودن درستی نتایج و همچنین سادگی محاسبه آن استفاده نمود.

جدول ۷- ضرایب همبستگی روش‌های مختلف پایداری.

	اثر هم‌زمان عملکرد و پایداری	انحراف معیار رتبه	میانگین رتبه	اکووالانس ریک	واریانس شوکلا	میانگین عملکرد	ضریب رگرسیون	انحراف از رگرسیون
اثر هم‌زمان عملکرد و پایداری	۱/۰۰۰							
انحراف معیار رتبه	۰/۰۰۲	۱/۰۰۰						
میانگین رتبه	-۰/۹۲۰**	-۰/۲۹۶	۱/۰۰۰					
اکووالانس ریک	-۰/۱۹۹	۰/۸۹۹**	-۰/۱۲۳	۱/۰۰۰				
واریانس شوکلا	-۰/۱۹۹	۰/۹۰۰**	-۰/۱۲٤	۱/۰۰۰**	۱/۰۰۰			
عملکرد	۰/۹۲٦**	۰/۲۸۲	-۰/۹۷۸**	۰/۱۱۳	۰/۱۱۳	۱/۰۰۰		
ضریب رگرسیون	۰/۲۷۹	-۰/۲۱٦	-۰/۱۲۸	-۰/۳۹۱	-۰/۳۹۲	۰/۱۹۸	۱/۰۰۰	
انحراف از رگرسیون	-۰/۲۵۹	۰/۸۰۳**	-۰/۰٦۹	۰/۹۱۹**	۰/۹۱۹**	۰/۰۵۷	-۰/۳۱۹	۱/۰۰۰

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Amiri-Gangchin, A. 1996. Study of adaptability and stability of durum wheat varieties in tropical and sub-tropical dry land areas. Seed and Plant J. 12: 42-48. (In Persian)
2.Banziger, M., Setimela, P.S., Hodson, D., and Vivek, B. 2006. Breeding for improved abiotic stress tolerance in maize adapted to southern Africa. Agric. Water. Manage. 80: 212-224.
3.Betran, F., Beck, G.D., Banziger, M., and Edmeas, G.O. 2003. Genetic analysis of inbred and hybrid grain yield under stress and non stress environments in tropical maize. Crop Sci. 43: 807-817.
4.Bradley, J.V. 1982. The insidious L-Shaped distance. Bull. Psychonomic Soc. 20: 85-88.
5.Ceccarelli, S. 1987. Yeild potential and drought tolerance of segregating populations of barley in contrasting environment. Euphytica. 47: 197-205.
6.Ceccarelli, S., and Grandu, S. 1991. Selection environment and environmental sensivity in barley. Euphytica. 57: 157-167.
7.Chogan, R. 1999. Study of stability of yield in corn hybrids using different criteria of stability. Plant and Seed J. 16: 170-183. (In Persian)
8.Clavel, D., Diouf, O.J., Khalfaoui, L., and Braconier, S. 2006. Genotypes variations parameters among closely related groundnut (*Arachis hypogea* L.) lines and their potential for drought screening programs. Field Crops Res. 96: 296-306.
9.Clavel, D., Sarr, B., Marone, E., and Oritz, R. 2004. Potential agronomic and physiological traits of Spanish groundnut varieties (*Arachis hypogea* L.) as selection criteria under end of cycle drought conditions. Agronomy, 24: 1-8.
10.Dashtaki, M., Yazdan Sepas, A., Najafi Mirak, T., Ghanadha, M., Jokar, R., Eslampor, M., Moaiedi, A., Kochaki, A., Nazeri, M., Abedi Oskoie, M., and Aminzadeh, Gh. 2004. Stability of grain yield and harvest index in winter and facultative bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Plant and Seed J. 20: 263-279. (In Persian)
11.Eberhart, S.A., and Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6: 36-40.
12.Farshadfar, E. 1999. Application of quantitative genetics in plant breeding. Volume 2. Razi University of Kermanshah Press, 381p.
13.Gancales, P.S., Bortoletto, N.A., Mellomartins, L., Costa, R.B., and Gallo, P.B. 2003. Genotype-environment interaction and phenotypic stability for girth growth and rubber yield hevea clones in saopaulo state, Brazil. Gen. and Mol. Biol. 26: 441-448.
14.Hasheminia, S.M. 1999. Dryland Farming, New Strategies for sucstainability. Jahade Daneshgahi of Mashhad Press, 223p. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

15.Haider Shah, S., Munavar Shah, S., Inayat Khan, M., Ahmed, M., Hussain, I., and Eskridge. 2009. Non parametric methods in combined heteroscedastic experiments for assessing stability of wheat genotypes in Pakistan. Pak. J. Bot. 41: 711-730.
16.Hugh, G., and Gauch, G.H. 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. Biometrics, 44: 705-715.
17.Kafi, M., and Mahdavi Damghani, A. 2002. Mechanisms of resistance to environmental stresses in plants. Ferdowsi University of Mashhad Press, 268p. (In Persian)
18.Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agron. J. 85: 754-757.
19.Rajaram, S., and Van Ginkle, M. 2001. Mexico. 50 years of international wheat breedings. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (Eds.), the world wheat book: A history of wheat breeding. Lavoisier publishing. Paris, France, Pp: 579-604.
20.Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant growth regul. 20: 157-166.
21.Rostaie, M., Hosini, K., Hoseinpor, T., Kalateh, M., and Khalilzadeh, Gh. 2001. Study of adaptation and stability of grain yield of advanced genotypes bread wheat in tropical and sub-tropical drylands. Iran. Agric. Sci. J. 35: 428-436. (In Persian)
22.Roy, D. 2000. Plant breeding (analysis and exploitation of variation). Alpha science international ltd, U.K.
23.Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237-245.
24.Siani, H.S., and Aspinall, D. 1981. Effects of water deficit on sporogensis in wheat. Ann. Bot. 43: 623-633.
25.Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K., and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field Crops Res. 98: 222-229.
26.Van Ginkle, M., Calhoun, D.S., Gebeyehu, G., Miranda, A., Tian-you, C., Pagras Lara, R.M., Trethowan, R., Sayre, K., Crossa, L., and Rajaram, S. 1998. Plant traits related to yield of wheat in early, late, or continuous drought conditions. Euphytica. 100: 109-121.
27.Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen. Zeitschrift für Pflanzenzüchtung, 47: 92-96.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 5 (3): 81-97
http://ejcp.gau.ac.ir

Comparison of different methods of stability evaluation in bread wheat genotypes under drought stress conditions

***L. Zarei[1], E. Farshadfar[2], R. Haghparast[3], R. Rajabi[3], M. Mohammadi Sarab Badieh[4] and H. Zali[4]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Plant Breeding, Razi University of Kermanshah, [2]Professor, Dept. of Plant Breeding, Razi University of Kermanshah, [3]Dryland Agricultural Research Institution Sararood, [4]M.Sc., Dept. of Plant Breeding, Razi University of Kermanshah

Received: 2011-05-14; Accepted: 2012-07-14

Abstract

Drought stress is one of the most important factors limiting the productivity of crop plants around the world. Genotype-by environment (G×E) interactions are common under drought and make breeding progress difficult. For this reason twenty genotypes of bread wheat were evaluated in a randomized complete block design with 3 replications at 2 locations (stress and non-stress environments) in two growing seasons. Stability of genotypes were evaluated by using of several methods such as coefficient of regression and deviation from regression in method of Eberhart and Russell, stability variance of Shukla, simultaneous selection for yield and stability, Rick ecovalance and ranking method. The object of this study was to compare the results of above methods and to introduce the simplest method for determining stable genotypes. In the most methods genotypes 9 and 12 selected as stable genotypes. Coefficients of correlation between different methods were calculated using Spearman's coefficient. Regard to strength significant correlation between mean yield and mean of ranks in ranking method, strength significant correlations between deviation from regression and most of used methods and its highly significant correlation with standard deviation in ranking method, it's concluded that the simple method of ranking was enough for determining stable genotypes.

Keywords: Stability analysis; Bread wheat; Non-parametric method of ranking; Drought tolerance

* Corresponding author; Email: lzarei1360@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir