نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد یازدهم، شماره ۲(۴۲)، تابستان ۱۳۹۶، صفحه ۴۵۲-۴۳۷

پایداری عملکرد دانه برخی ارقام گندم نان در مناطق سرد و معتدل ایران

علیرضا تاری‌نژاد[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۵ **تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱۰/۲۳** **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰**

چکیده

بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها به علت وجود اثرمتقابل ژنوتیپ×محیط، معمولاً در دامنه وسیعی از شرایط محیطی مورد آزمایش قرار می‌گیرد تا اطلاعات حاصله بتواند کارایی مربوط به گزینش و معرفی ارقام را افزایش دهد. به‌منظور بررسی پایداری عملکرد دانه برخی ارقام معرفی شده در طی سال‌های گذشته به مناطق سرد و معتدل کشور، بیست رقم گندم نان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، از پاییز ۱۳۸۸ به مدت چهار سال زراعی کشت گردید. با توجه به معنی‌دار بودن اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط، تجزیه پایداری با تمام روش‌های ممکن انجام گردید تا پایدارترین و پرمحصول‌ترین ارقام شناسایی گردند. نتایج حاصل از انجام روش‌های مختلف تجزیه پایداری نشان داد روش‌های تک متغیره تجزیه پایداری غیرپارامتری ارقام با عملکرد پایین، روش‌های امی و GGE بای پلات، ارقام با پتانسیل عملکرد متوسط به بالا و گزینش همزمان ارقام با عملکرد بسیار بالا را به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی می‌نماید. بر اساس اکثر روش‌های پارامتر پایداری، رقم بهار با تیپ رشد بهاره معرفی شده در سال ۱۳۸۷، مهدوی با تیپ رشد فاکلداتیو آزادسازی شده در سال ۱۳۷۴ و در مرتبه بعدی رقم آزادی با تیپ رشد زمستانه معرفی شده در سال ۱۳۵۸به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۷/۲۷، ۷/۱۳ و ۶/۸۸ تن در هکتار پایدارترین و پرمحصول‌ترین رقم در بین ارقام محسوب شدند و می‌توان این ارقام را به‌عنوان یکی از والدین تلاقی‌ها، در برنامه‌های به‌نژادی جهت تولید ارقام پرمحصول و پایدار استفاده نمود.

واژگان کلیدی: تجزیه پایداری، اکووالانس ریک، گندم، واریانس شوکلا.

۱- دانشیار گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران.
(* نگارنده‌ی مسئول) atarinejad@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

به‌طور میانگین، گندم یک پنجم کل کالری مورد نیاز مردم جهان را تأمین می‌کند. با این وصف، می‌توان گفت که گندم مهم‌ترین گیاه زراعی است و در سطح گسترده‌ای از جهان تولید می‌شود. دامنه‌ی سازگاری و اهمیت انواع مختلف گندم را می‌توان از این واقعیت استنباط کرد که این گیاه هر روز در نقطه‌ای از کره زمین کاشت و در همان زمان در نقطه‌ای دیگر برداشت می‌شود این موضوع حاکی از توانایی سازش بسیار زیاد این گیاه با اقلیم‌های گوناگون می‌باشد. بنابراین، یکی از جنبه‌های بسیار مهم در به‌نژادی گندم، سازگاری و پایداری ارقام تحت شرایط مختلف محیطی است (Tarinejad *et al*., 2010). اصولاً از نظر اصلاحی رقمی پایدار است که در محیط‌های مختلف عملکرد نسبتاً یکسانی داشته باشد و رقم سازگار نیز رقمی است که طی کاشت در محیط‌های مختلف، تظاهر عملکرد بالایی را نشان می‌دهد (Omidi Tabrizi *et al*., 2000).

یکی از عوامل کند بودن روند اصلاح و معرفی ارقام در مناطق مختلف اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، اطلاعات با ارزشی در رابطه با عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف فراهم می‌کند و نقش مهمی را برای ارزیابی پایداری عملکرد مواد اصلاحی بازی می‌کند (Karadavut *et al*., 2010). به‌طوری‌که تا به‌حال روش‌های متعددی به منظور برآورد پایداری ژنوتیپی و نیز تحلیل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط توسط محققین مختلف پیشنهاد شده است. کانگ (Kang, 1993) انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار را از روش‌های کاهش اثر متقابل ژنوتیپ در محیط دانست. منظور از ژنوتیپ‌های پایدار آن دسته از ژنوتیپ‌هایی هستند که دارای اثر متقابل کمتری با محیط باشند.

فلورس و همکاران (Flores *et al*., 1998) روش‌های تجزیه پایداری را به سه گروه تک متغیره پارامتری، ناپارامتری و روش‌های چند متغیره تقسیم کردند. هر کدام از این روش‌ها ابعاد و جنبه‌های خاصی از داده‌های به‌دست آمده از آزمایش‌های مختلف را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. روستایی و همکاران (Roustayi *et al*., 2003) در یک بررسی با مقایسه روش‌های مختلف پایداری برای انتخاب ارقام پایدار و پرمحصول در دیم‌زارهای کشور نتیجه‌گیری کردند که معیارهای واریانس درون مکانی ($MS_{y/s}$)، اکووالانس ریک (W^2_i) و واریانس پایداری شوکلا (σ^2_i) موجب انتخاب ارقام پایدار و پر محصول می‌شوند.

آکوارا و همکاران (Akcura *et al*., 2006) به‌منظور تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم، از پارامترهای پایداری شوکلا، اکوالانس ریک، ضریب رگرسیون، ضریب تغییرات محیطی و انحراف از خط رگرسیون استفاده کردند و در نهایت پنج ژنوتیپ را به‌عنوان پایدار معرفی کردند.

لالباچان (Lalbachan, 1994) اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را برای عملکرد دانه در برنج معنی‌دار گزارش کرد و با استفاده از روش ابرهارت و راسل ژنوتیپ‌های پایدار را معرفی نمود و این روش را برای تعیین پایداری ارقام مناسب تشخیص داد.

زوبل و همکاران (Zobel *et al*., 1988) روش های آماری متداول از قبیل تجزیه واریانس، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و رگرسیون خطی را با هم مقایسه نمودند تا نشان دهند این روش‌ها، روش‌های مؤثری جهت تجزیه داده‌های چند محیط نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

از آن‌جایی که هر کدام از این پارامترهای پایداری دارای نقاط قوت و ضعف در تشخیص ژنوتیپ‌های پرمحصول و پایدار می‌باشند. بنابراین هر گروه از محققین، یکی از روش‌ها و یا ترکیبی از آنها را در مطالعات خویش جهت یافتن واریته‌های پرمحصول و پایدار استفاده کرده‌اند، در این پژوهش تلفیقی از روش‌های مختلف از جمله روش‌های غیرپارامتری رتبه‌ای، واریانس محیطی رومر، ضریب تغییرات محیطی، اکووالانس ریک، واریانس شوکلا، ابرهارت راسل، ضریب تشخیص پنتوس، گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری، ارزش پایداری امی و GGE biplot، جهت تعیین پایداری ارقام گندم نان معرفی شده در طی سال‌های گذشته در مناطق سرد، و معتدل کشور کشور به کار گرفته شد تا پایدارترین ژنوتیپ معرفی شده در طی چندین دهه مشخص گردد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به مدت چهار سال زراعی از پاییز ۱۳۸۸ اجرا گردید. این اراضی بر اساس طبقه‌بندی علمی دومارتن، دارای اقلیم نیمه خشک سرد می‌باشد. میانگین دمای سالیانه ۱۰ درجه سلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالیانه آن، ۱۶ درجه سلسیوس، میانگین حداقل دمای سالیانه ۲/۲ درجه سلسیوس و میانگین بارندگی سالیانه ۲۷۱/۳ میلی‌متر است. تعداد بیست رقم گندم نان مناطق سرد، معتدل کشور معرفی شده در طی سال‌های گذشته (جدول ۱)، از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید و در طی چهار سال زراعی با سه تکرار بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی کشت گردید. کاشت در ۱۵ مهرماه هر سال انجام شد بلافاصله بعد از کاشت آبیاری اول انجام گرفت. ابعاد هر کرت ۳ متر مربع و فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۲۰ سانتی‌متر بعد از حذف حاشیه‌ها در نظر گرفته شد در هر کرت ۵ خطوط کاشت با فاصله ۲۰ سانتی‌متر با احتساب ۴۰۰ بوته در متر مربع بذر کشت گردید. فاصله تکرارها از هم، ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. آبیاری به صورت مرتب و منظم با روند رشد، فنولوژی گیاه و شرایط آب و هوائی منطقه به‌طور یکسان برای کلیه تیمارها انجام گرفت. کود پتاس و فسفات در پاییز قبل از شخم و کود اوره (در دو نوبت قبل از پنجه‌زنی و سنبله رفتن به‌صورت سرک) به میزان مورد نیاز مطابق نتایج تجزیه آزمایش خاک پخش گردید. وجین و کنترل علف‌های هرز در موقع نیاز به صورت دستی در چندین مرحله انجام گرفت.

بعد از جمع‌آوری داده‌ها و بررسی نرمال بودن خطاها و همگنی واریانس اشتباه آزمایشی در هر سال، تجزیه مرکب برای عملکرد دانه با استفاده از نرم‌افزار MSTATC (Alizadeh and Tarinejad, 2010) انجام گرفت. نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد بین ژنوتیپ، سال و اثرمتقابل ژنوتیپ در سال اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. به خاطر وجود اثر متقابل معنی‌دار، تجزیه پایداری عملکرد دانه با استفاده از روش‌های مختلف پارامتر پایداری نظیر روش غیرپارامتری رتبه‌ای: میانگین رتبه، انحراف معیار رتبه و ضریب تغییرات رتبه؛ روش‌های تک متغیره تجزیه پایداری به روش پارامتری: ضریب تغییرات محیطی، واریانس محیطی (Rommer, 1947)، واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) و اکووالانس ریک (Wricke, 1962)؛ روش گزینش همزمان (Kang, 1993)، روش ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966): ضریب رگرسیون، انحراف از

Archive of SID

www.SID.ir

رگرسیون و ضریب تشخیص (Pinthus, 1973)؛ روش AMMI (Zobel and Gauch, 1988) و روش GGE biplot (Gabriel, 1971) انجام گردید. برای انجام این تجزیه‌های آماری از نرم‌افزارهای مختلف نظیر SPSS,GENSTAT,EXCEL,S116 EBRUS, GGE biplot, استفاده گردید.

نتایج و بحث

روش‌های غیر پارامتری رتبه‌ای و تک متغیره پارامتری تجزیه پایداری ارقام گندم نان

تجزیه پایداری عملکرد دانه به روش رتبه‌ای غیرپارامتری: نتایج حاصل از تجزیه پایداری عملکرد دانه (جدول ۲) با روش غیرپارامتری رتبه‌ای نشان داد که کمترین میزان میانگین رتبه به‌ترتیب به ارقام شماره ۳، ۷، ۱۰، ۱۱، ۲۰ و ۲ تعلق دارد. همچنین، نتایج حاصل از واریانس رتبه و ضریب تغییرات رتبه نشان‌داد که کمترین مقدار از لحاظ این دو پارامتر پایداری متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۳، ۱۲ و ۱۹ می‌باشند. بر اساس نتایج حاصل از این روش غیرپارامتری رتبه‌ای، ژنوتیپ شماره‌ی ۳ با میانگین عملکرد ۷/۲۷ تن در هکتار و در مرتبه بعدی ژنوتیپ شماره ۲ با میانگین عملکرد ۶/۸۳ تن در هکتار در زمره‌ی پایدارترین ژنوتیپ‌ها بدلیل عملکرد بالاتر از میانگین کل محسوب می‌گردند. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۷، ۹ و ۱۶ با داشتن بیشترین واریانس و ضریب تغییرات رتبه، از لحاظ پایداری به‌عنوان ناپایدارترین ارقام شناسایی شدند.

بررسی پایداری عملکرد دانه با استفاده از ضریب تغییرات محیطی، واریانس محیطی رومر، واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک (تک متغیره پارامتری تجزیه پایداری): نتایج حاصله از این پارامترهای پایداری تیپ I و II (جدول ۲) نشان داد ارقام شماره ۲، ۳، ۱۰ و ۱۱ کمترین مقدار از این شاخص‌های پایداری را به همراه عملکرد بالاتر از میانگین کل به خود اختصاص داده‌اند. کمترین میزان پایداری در این روش به ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۹، ۱۵ و ۱۶ تعلق داشت. به طورکلی، با توجه به نتایج هر دو روش پایداری پارامتری و غیر پارامتری (جدول ۲)، و با عنایت به اینکه اکوالانس ریک و شوکلا بر اساس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط استوار است، گزینش نهایی بیشتر بر اساس این دو روش پارامتری و غیرپارامتری رتبه‌ای انجام گردید. می‌توان بیان نمود ارقام شماره ۲ (آزادی)، ۳ (بهار) و ۱۰ (مهدوی) پایدارترین و ژنوتیپ‌های شماره ۹ (کرج ۳) و ۱۶ (شهریار) ناپایدارترین به‌شمار می‌آیند.

تاری‌نژاد و عابدی (Tarinejad and Abedi, 2015) با استفاده از این آماره‌ها و در بین ژنوتیپ‌های معرفی شده توسط این پارامترهای پایداری، ژنوتیپ میهن را به‌عنوان رقم پایدار برای مناطق سرد کشور معرفی نمودند و ابراز داشتند، به نظر می‌رسد این شاخص‌ها در معرفی ارقام پرمحصول با مشکل مواجه است زیرا ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا از پایداری کمتری توسط این شاخص برخوردار هستند.

روش گزینش همزمان برای عملکرد دانه و پایداری ژنوتیپ‌های گندم نان: نتایج حاصل از این روش در جدول ۳ ارایه شده است. بر اساس این روش ژنوتیپ‌هایی که اثر توأم عملکرد و پایداری بالاتر از میانگین داشته باشند، انتخاب می‌شوند. به‌ترتیب ارقام شماره ۷ (قدس)، ۳ (بهار)، ۱۶ (شهریار)، ۱۰ (مهدوی) و ۱۱ (مرودشت) به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۱۲، ۱۸ و ۱۹ به ترتیب با داشتن کمترین میزان اثر توام عملکرد و

Archive of SID

www.SID.ir

پایداری به‌عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی گردیدند. در واقع این روش تجزیه پایداری ارقام پرمحصول را به‌عنوان رقم پایدار معرفی می‌نماید. زیرا ارقام پایدار معرفی شده توسط این روش از پتانسیل عملکرد بالایی نسبت به تمام ژنوتیپ‌ها برخوردار است.

برآورد پارامترهای پایداری عملکرد گندم نان با استفاده از روش‌های مبتنی بر تجزیه رگرسیون

روش ابرهارت و راسل (ضریب رگرسیون، انحراف از رگرسیون و ضریب تشخیص پنتوس): نتایج تجزیه واریانس پایداری برای عملکرد دانه به روش ابرهارت و راسل (جدول ۴) نشان داد که اثر محیط (خطی) در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد. معنی‌دار بودن اثر محیط (خطی) بیانگر این است که یک رابطه خطی برای تنوعات محیطی یا تغییرات عملکرد محیط‌ها (شاخص‌های محیطی) وجود دارد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (خطی) در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده است. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (خطی) حاکی از این‌است که بین ژنوتیپ‌ها از نظر شیب خط رگرسیون تفاوت معنی‌دار وجود دارد و پاسخ خطی همه ژنوتیپ‌ها به شاخص محیطی یکسان نیست. معنی‌دار بودن انحراف از رگرسیون برای ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷، ۹، ۱۵ و ۲۰ بیانگر این موضوع است که این ارقام دارای یک واکنش غیرقابل پیش‌بینی نسبت به تغییرات محیطی بودند. واریانس انحراف از رگرسیون برای سایر ژنوتیپ‌ها معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده توانایی خوب مدل رگرسیون خطی در توجیه تغییرات عملکرد ژنوتیپ، در محیط‌ها و تمرکز نقاط عملکرد هر ژنوتیپ در اطراف خط رگرسیون بود.

به‌طورکلی، در میان ژنوتیپ‌های مطالعه شده ژنوتیپ‌های شماره ۲ (آزادی)، ۳ (بهار) و ۱۶(شهریار) با توجه به ضریب رگرسیون نزدیک به ۱، داشتن کمترین واریانس انحراف از رگرسیون، میزان ضریب تشخیص بالا و عملکرد بالاتر از میانگین کل به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها براساس مدل ابرهارت و راسل انتخاب شدند (جدول ۵). اگرچه ارقام شماره ۱، ۸ و ۱۲ از پایداری عملکرد بسیار بالا بهره‌مند هستند ولی به علت عملکرد پایین‌تر از میانگین کل قابل توصیه برای برنامه‌های به‌نژادی یا زارعین نمی‌باشند. ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۶ و ۷ به علت عدم داشتن ضریب رگرسیون نزدیک به ۱، داشتن واریانس انحراف از رگرسیون بالا و ضریب تبیین پایین‌تر به عنوان ژنوتیپ‌هایی با کمترین پایداری معرفی گردید. چنین به نظر می‌رسد روش ابرهارت و راسل در معرفی ارقام پایدار در طی محیط با محافظه‌کاری مواجه است زیرا ژنوتیپی مثل شماره ۷ که بالاترین عملکرد دانه را دارند از کمترین پایداری در این روش برخوردار هستند.

تاری‌نژاد و عابدی (Tarinejad and Abedi, 2015) در بین ده ژنوتیپ مورد مطالعه، با استفاده از این آماره، دو ژنوتیپ را به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار و ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۱۰ را به‌عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی نمودند و ژنوتیپ‌هایی که بالاترین عملکرد دانه را دارند از کمترین پایداری در این روش برخوردار بودند.

هدف اصلی به‌نژادی گیاهان بهبود پایداری و ثبات عملکرد آنها و به دست آوردن رقم‌هایی است که از کیفیت بالایی برخوردار باشند. به این منظور، پژوهشی روی رقم های گندم در سال‌های ۲۰۱۰ الی ۲۰۱۲ در منطقه بورسا در ترکیه اجرا شد. بر اساس نتایج آزمایش و پارامترهای ضریب

Archive of SID

www.SID.ir

رگرسیون و میانگین مربعات انحراف داده‌ها از میانگین، سه رگه بنام‌های (GxK)، 6-(Gx22-1) ، و 4-(Gx22-1) دارای سازگاری و ثبات عملکرد بیشتری بودند (Kurt Polat *et al*., 2016).

روش های چند متغیره: بررسی پایداری با استفاده از روش AMMI (مؤلفه‌های اصلی اول و دوم و ارزش پایداری AMMI (ASV))

تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه به روش AMMI در جدول ۶ نشان داده شده است. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد که نشان می‌دهد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف عملکرد متفاوتی داشتند. اثر محیط در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار به‌دست آمد. میانگین مربعات اثر ژنوتیپ برابر با ۵/۶۸ به‌دست آمد که در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده‌است. معنی‌دار بودن مجموع مربعات ژنوتیپ‌ها نشان‌دهنده پاسخ مختلف ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف بود. ۶۸/۴۵ درصد از مجموع مربعات کل به اثرات محیطی و ۱۱/۴۶ درصد به اثرات ژنوتیپی و ۲۰/۰۹ درصد به اثر متقابل ژنوتیپ × محیط اختصاص یافته است.

بررسی پایداری عملکرد دانه با استفاده از روش AMMI: به‌منظور تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با استفاده از مدل AMMI، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی ماتریس باقی‌مانده صورت گرفت و دو مؤلفه اصلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. مؤلفه اصلی اول (PCA_1) ۵۲/۰۹ درصد، مؤلفه اصلی دوم ($IPCA_2$) ۲۷/۵۲ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را به خود اختصاص دادند که دو مؤلفه اصلی اول ۷۹/۶۱ درصد از تغییرات مجموع مربعات اثر متقابل را توجیه نمودند. مدل AMMI با دو مؤلفه اصلی در نظر گرفته شد. برای ارزیابی پایداری ارقام از آماره جدید ارزش پایداری AMMI (ASV) استفاده‌شد که نتایج آن در جدول ۷ ارایه شده است. در روش ارزش پایداری AMMI ژنوتیپی پایدار است که ASV کمتری داشته باشد در این روش ژنوتیپ ۲ (آزادی)، ۳ (بهار) و ۱۰ (مهدوی) کمترین ASV را به خود اختصاص داده که عملکرد این ژنوتیپ‌ها بیشتر از میانگین کل است. لذا، به‌عنـــوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا شناخته شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۷ و ۱۶ با داشتن بالاترین ASV، ژنوتیپ‌هایی با کمترین پایداری شناخته شد.

بررسی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم مورد مطالعه با استفاده از روش GGE biplot: جهت بررسی و تفسیر تنوع ارقام، محیط‌ها و مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و مکان از تجزیه گرافیکی استفاده شد (شکل ۱ تا ۳). در شکل ۱ براساس روش GGE biplot مجموع دو مؤلفه اصلی اول ۸۳/۲۸ درصد می‌باشد (PC1=٪۵۰/۶۴ و PC2=٪۳۲/۶۳). به عبارت دیگر بای پلات ۸۳/۲۸ درصد از تغییرات عملکرد (توسط مدل GGEbiplot) را توجیه کرده است. طبق نظر یان و راجکان (Yan and Rajcan, 2002) اگر این نمودار حداقل ۶۰ درصد از واریانس داده‌ها را توجیه نماید می‌تواند برای استخراج ابر محیط‌ها استفاده شود.

در بای پلات شکل ۱ یک چند ضلعی از متصل کردن دورترین ژنوتیپ‌ها از مبدأ بای پلات به یکدیگر ایجاد می‌شود و اطلاعات جامع در اختیار قرار می‌دهد با استفاده از این بای پلات و چند ضلعی درون آن می‌توان بهترین محیط و رقم را شناسایی‌کرد. در هر محیط نیز بهترین ژنوتیپ، ژنوتیپی است که در رأس چند وجهی قرار دارد

Archive of SID

www.SID.ir

این ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد بهترین و یا ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها در بعضی از محیط‌ها و یا همه محیط‌ها بودند. بر اساس شکل ۱ ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۴، ۷، ۹، ۱۶ و ۱۸ در رأس این چند ضلعی قرار گرفته‌اند و نسبت به محیط‌های خاص واکنش نشان می‌دهند. در طی ۴ محیط ژنوتیپ‌های ۲ (آزادی)، ۳ (بهار)، ۱۰ (مهدوی)، ۲۰ (زرین) و ۱۳ (نوید) که در مرکز و سمت راست چند ضلعی واقع شده‌اند به عنوان ژنوتیپ‌هایی با پایداری و میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل شناخته شدند.

میانگین عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌ها: در نمودار بای پلات (شکل ۲) محور افقی (PC1) معرف اثر اصلی ژنوتیپ و محور عمودی (PC2) نشان‌دهنده اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می‌باشد که خود معیاری از ناپایداری ژنوتیپ‌ها را نشان می‌دهد (Yan, 2002). از مبداء مختصات خطی به میانگین مکان‌ها وصل می‌شود. این خط محور میانگین مکان‌ها نام دارد (این خط با یک پیکان در وسط آن در شکل ۲ مشخص می‌باشد). ارقامی که در ابتدای مثبت این محور قرار دارند، دارای عملکرد بیشتری هستند و بالعکس. بنابراین، بر اساس این شکل ترتیب ارقام از نظر عملکرد به صورت زیر می‌باشد:

G7>G16>G3>G10>G2>G20>G11>G4>G17>G13>G1>G16>G15>G8>G14>G5>G19>G12>G16>G9

خطی که از مبدا گذشته و روی محور میانگین محیط‌ها عمود شده است (این خط بدون علامت پیکان مشخص شده است) جهت تعیین پایداری ارقام استفاده می‌شود. ارقامی که نزدیک به مبدا این محور قرار دارند نسبت به ارقامی که نزدیک به انتهای این خط می‌باشند از پایداری بیشتری برخوردار هستند. بر این اساس ژنوتیپ‌های شماره ۲ (آزادی)، ۳ (بهار) و ۱۰ (مهدوی) نسبت به سایر ارقام پایدارتر هستند و ارقام ۱، ۴، ۶، ۱۱، ۱۶ و ۲۰ ناپایدارترین ارقام می‌باشند. پایداری زمانی محقق می‌شود که عملکرد متوسط و بالا در نظر گرفته‌شود. ضمناً ژنوتیپ‌ها کمترین فاصله را نسبت به خط میانگین عملکرد محیط‌ها داشته باشند. یعنی هر چه فاصله ژنوتیپ از محور افقی کمتر باشد آن ژنوتیپ پایدارتر است (شکل ۲).

تعیین ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ‌های پرمحصول و پایدار نسبت به ژنوتیپ ایده‌آل با استفاده از روش گرافیکی GGEbiplot: ژنوتیپ ایده‌آل ژنوتیپی است که از میانگین عملکرد بالا و پایداری بالا برخوردار باشد و از نظر مکانی در مرکز دوایر متحدالمرکز بای پلات قرار دارد، مرکز دوایر متحدالمرکز جایی است که ایده‌آل‌ترین ژنوتیپ‌ها می‌توانند در آن واقع شوند و ژنوتیپ‌هایی که نزدیک به ژنوتیپ ایده‌آل باشند به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر و پایدار معرفی می‌شوند. بر این اساس ژنوتیپ شماره ۷ (قدس) نزدیک‌ترین ژنوتیپ به مرکز بای پلات و به‌عنوان ژنوتیپ ایده‌آل شناخته شد و ژنوتیپ‌های ۲ (آزادی)، ۳ (بهار) و ۱۰(مهدوی) نزدیک به ایده‌آل‌ترین ژنوتیپ به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار و پرمحصول معرفی می‌شوند. در بین سال‌های مختلف مورد آزمایش سال ۲ به‌عنوان ایده‌آل‌ترین سال و سال ۴ نزدیک به آن به‌عنوان سال پرمحصول معرفی می‌گردد (شکل ۳).

امیری گنگچین (Amiri-Gangchin, 1996) به‌منظور بررسی پایداری عملکرد دانه و سازگاری پانزده لاین و رقم مختلف گندم دوروم در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر دیم کشور با استفاده از تجزیه پایداری با روش پیشنهادی لین و بینز

Archive of SID

www.SID.ir

(واریانس درون مکانی) رقم سیمره را جهت کشت در مناطق مذکور معرفی کرد. کبریایی و همکاران (Kebriyai *et al*., 2007) برای شناسایی ارقام پایدار از روش‌های اکووالانس ریک، شوکلا، واریانس درون مکانی و روش گزینش همزمان عملکرد و پایداری استفاده کردند و ژنوتیپ‌های C80-20, C80-19, C80-14 را از نظر اکثر پارامترهای پایداری، پایدار و برتر معرفی کردند. با وجود این، روش گزینش همزمان ژنوتیپ‌های C80-4, C80-6, C80-11 را به‌عنوان پایدار معرفی نمود. عسگری نیا و همکاران (Askarinia *et al*., 2009) با استفاده از روش چند متغیره AMMI و تجزیه الگوی اثر متقابل و محیط‌های زراعی برای عملکرد دانه در گندم بر اساس آماره‌های پایداری مدل AMMI3 رقم پیشتاز را از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌عنوان رقمی با سازگاری عمومی معرفی نمودند. تجزیه آثار افزایشی جمع پذیر (تجزیه واریانس) و آثار متقابل ضرب پذیر (تجزیه به مؤلفه‌های اصلی) نشان داد که آثار ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل بین آنها بسیار معنی‌دار بود و سه مؤلفه اول ۸۹ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را توجیه نمودند. بای پلات اولین مؤلفه اصلی و میانگین عملکرد دانه برای ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها مشخص نمود که ارقام پیشتاز و مغان ۱ با دارا بودن عملکرد دانه بالا از پایداری بیشتری برخوردار بودند.

سوقی و همکاران (Sougi *et al*., 2005) در تجزیه پایداری که بر روی ۲۰ لاین و رقم گندم نان با استفاده از روش‌های مختلف پایداری به مدت سه سال در منطقه گرگان انجام دادند، لاین شماره ۱۲ با شجره PARA2/JUP/BJY/3/VEE/ JUN/4/2KAUZ را معرفی کردند.

گوچ و زوبل (Gauch and Zobel, 1997) در ارزیابی عملکرد دانه ۱۷ ژنوتیپ ذرت در ۳۶ محیط عنوان کردند با استفاده از روش امی، مولفه‌های ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بسیاری معنی‌دار به‌دست آوردند و مدل AMMI را بهترین مدل تشخیص دادند. اولین مؤلفه اصلی این مدل بیش از ۷۶ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را تبیین کرد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس اکثر روش‌های تجزیه پایداری (به ویژه روش‌هایی که پایداری را بر اساس اثر متقابل ژنوتیپ× محیط بررسی می‌نماید مثل اکووالانس ریک، واریانس شوکلا، ارزش پایداری امی و GGE biplot، ارقام شماره ۳ (بهار)، شماره ۱۰ (مهدوی) و شماره ۲ (آزادی) به‌ترتیب با دارا بودن متوسط عملکرد ۷/۲۷، ۷/۱۳ و ۶/۸۳ تن در هکتار جزو ژنوتیپ‌های پایدار و پرمحصول برای منطقه هدف محسوب می‌گردد. ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (رقم شهریار)، ۹(رقم کرج ۳)، ۷ (رقم قدس) و ۴ (رقم بزوستایا) به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۷/۱۶، ۵/۶۲، ۷/۹۵ و ۶/۵۴ تن در هکتار ناپایدارترین در بین ارقام محسوب می‌شوند.

سپاس‌گزاری

از پرسنل ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز که نگارنده مقاله را در انجام این تحقیق یاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- ژنوتیپ‌های مورد استفاده در تجزیه پایداری عملکرد دانه

Table 1- Genotypes used in stability analysis of grain yield

شماره ژنوتیپ Genotype number	نام ژنوتیپ Genotype name	تیپ رشد Growth type	سال آزادسازی Introduction year	شماره ژنوتیپ Genotype number	نام ژنوتیپ Genotype name	تیپ رشد Growth type	سال آزادسازی Introduction year
1	Alamout	W	1374	11	Marvdasht	S	1387
2	Azadi	W	1358	12	MV-17	W	1372
3	Bahar	S	1387	13	Navid	F	1369
4	Bezostaya	W	1384	14	Niknejad	S	1374
5	Chamran	S	1376	15	Pishtaz	S	1381
6	Falat	S	1369	16	Shahryar	W	1381
7	Gods	F	1368	17	Shiraz	S	1381
8	Karaj1	S	1352	18	Tajan	S	1374
9	Karaj3	W	1355	19	Tous	F	1381
10	Mahdavi	F	1374	20	Zarrin	F	1374

جدول ۲- تجزیه پایداری عملکرد دانه به روش غیرپارامتری رتبه‌ای و تک متغیره پارامتری

Table 2- Stability analysis of grain yield by non parametric rank method

	غیرپارامتری رتبه‌ای			تک متغیره پارامتری				
ژنوتیپ genotype	میانگین عملکرد دانه Grain yield (t/ha)	میانگین رتبه Rank mean	واریانس رتبه Rank variance	ضریب تغییرات رتبه Rank CV	واریانس محیطی رومر Rommer σ2	ضریب تغییرات محیطی Environmental CV	اکووالانس ریک Equivalence Rick	واریانس پایداری شوکلا Shukla σ2
1	6.21	11.3	83.3	55	8.01	45.6	3.73	1.198
2	6.83	8.5	15	45.6	3.33	26.7	1.04	0.199
3	7.27	5.0	4.0	40.0	4.91	30.5	0.63	0.048
4	6.54	11.5	41.7	56.1	3.12	27.0	7.69	2.662
5	6.11	10.0	48.7	69.8	5.24	37.5	2.52	0.748
6	6.23	11.0	38.0	56.0	1.47	19.5	3.54	1.127
7	7.95	5.0	45.3	134.7	3.83	24.6	6.28	2.141
8	5.82	14.3	21.6	32.6	6.57	44.0	1.36	0.318
9	5.62	12.8	71.6	66.4	8.61	52.2	5.37	1.806
10	7.13	5.0	10.0	63.2	3.51	26.3	1.42	0.341
11	6.95	6.8	16.9	60.9	1.55	17.9	2.46	0.726
12	5.37	16.5	3.7	11.6	2.97	32.1	0.54	0.015
13	6.35	9.8	25.6	51.9	1.93	21.9	2.80	0.851
14	5.99	11.5	32.3	49.4	4.05	33.6	2.72	0.823
15	6.01	12.3	32.9	46.8	6.34	41.9	3.91	1.265
16	7.16	9.3	46.9	74.0	11.39	47.1	8.17	2.842
17	6.17	12.5	37.7	49.1	2.73	26.8	2.35	0.684
18	5.38	15.8	22.3	29.9	3.46	34.6	1.73	0.457
19	5.68	13.5	19.7	32.8	3.69	33.8	1.22	0.266
20	6.77	8.0	22.7	59.5	6.00	36.2	3.63	1.158
Mean grain yield	6.38							

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- گزینش همزمان برای عملکرد دا نه و پایداری ژنوتیپ‌های گندم نان

Table 3- Simultaneous selection methods for grain yield and stability of bread wheat genotypes

ژنوتیپ Genotype	میانگین عملکرد دانه Grain yield (t/ha)	رتبه عملکرد Yield Rank	تصحیح رتبه عملکرد Correction of yield rank	رتبه تصحیح شده Corrected rank	واریانس پایداری Stability variance	میزان پایداری Stability rate	اثر توأم عملکرد و پایداری Yied and stability effect
1	6.21	10	-1	9	1.198ns	0	18
2	6.83	15	1	16	0.199ns	0	32
3	7.27	19	1	20	0.048ns	0	40
4	6.54	13	1	14	2.662*	-4	24
5	6.11	8	-1	7	0.748ns	0	14
6	6.23	11	-1	10	1.127ns	0	20
7	7.95	20	2	22	2.141*	-4	40
8	5.82	5	-1	4	0.318ns	0	8
9	5.62	3	-1	2	1.806+	-2	2
10	7.13	17	1	18	0.341ns	0	36
11	6.95	16	1	17	0.726ns	0	34
12	5.37	1	-1	0	0.015ns	0	0
13	6.35	12	-1	11	0.851ns	0	22
14	5.99	6	-1	5	0.823ns	0	10
15	6.01	7	-1	6	1.265+	-2	10
16	7.16	18	1	19	2.842ns	0	38
17	6.17	9	-1	8	0.684ns	0	16
18	5.38	2	1	3	0.457ns	0	6
19	5.68	4	-1	3	0.266ns	0	6
20	6.77	14	1	15	1.158+	-2	28
Mean grain yield	6.38						

*، **، + و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪، ۱٪، ۱۰٪ و غیرمعنی‌دار

*, **, + and ns: significant at 5%, 1%, 10% probability levels and non-significant respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- تجزیه واریانس پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم به روش رگرسیونی ابرهارت و راسل

Table 4- Stability variance analysis of grain yield in wheat genotypes by Eberhart and Russell method

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	F-Value
Total	کل	79	176.22	-	-
Genotype	ژنوتیپ	19	19.09	1.89	1.81*
Env+(Env*g)	(ژنوتیپ×محیط)+محیط	60	157.13	2.62	2.50*
Env(linear)	محیط(خطی)	1	124.72	124.72	118.78**
G*Env(linear)	ژنوتیپ×محیط (خطی)	19	16.48	1.12	1.06ns
Devition from regression	انحراف از رگرسیون	40	15.92	1.05	
Genotype1	ژنوتیپ۱	2	1.61	0.81	1.22ns
Genotype2	ژنوتیپ۲	2	0.96	0.48	0.73ns
Genotype3	ژنوتیپ۳	2	0.37	0.18	0.28ns
Genotype4	ژنوتیپ۴	2	5.77	2.89	4.36*
Genotype5	ژنوتیپ۵	2	2.38	1.19	1.8ns
Genotype6	ژنوتیپ۶	2	1.27	0.64	0.96ns
Genotype7	ژنوتیپ۷	2	5.56	2.78	4.2*
Genotype8	ژنوتیپ۸	2	0.01	0	0.01ns
Genotype9	ژنوتیپ۹	2	3.18	1.59	2.4n+
Genotype10	ژنوتیپ۱۰	2	1.35	0.68	1.02ns
Genotype1	ژنوتیپ۱۱	2	0.76	0.38	0.57ns
Genotype2	ژنوتیپ۱۲	2	0.41	0.2	0.31ns
Genotype3	ژنوتیپ۱۳	2	1.4	0.7	1.06ns
Genotype4	ژنوتیپ۱۴	2	2.68	1.34	2.02ns
Genotype5	ژنوتیپ۱۵	2	3.47	1.74	2.62+
Genotype6	ژنوتیپ۱۶	2	2.77	1.38	2.09ns
Genotype7	ژنوتیپ۱۷	2	1.78	0.89	1.35ns
Genotype8	ژنوتیپ۱۸	2	1.63	0.81	1.23ns
Genotype9	ژنوتیپ۱۹	2	1.2	0.6	0.9ns
Genotype10	ژنوتیپ۲۰	2	3.32	1.66	2.51+
Pooled Error	خطای ادغام شده	152	100.624	0.662	1.22

*، **، + و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪، ۱٪، ۱۰٪ و غیرمعنی‌دار

*, **, + and ns: significant at 5%, 1%, 10% probability levels and non-significant respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- پارامترهای پایداری روش رگرسیونی ابرهارت و راسل برای عملکرد ژنوتیپ‌های گندم

Table 5- Stability parameters of Eberhart and Russell method for grain yield of wheat genotypes

ژنوتیپ genotype	میانگین عملکرد Grain yield	ضریب رگرسیون فنیلی ویلکینسون Regression coef. of Finally and Wilkinson	واریانس انحراف از رگرسیون Dev. variance from regression	ضریب تشخیص پینتوس R^2
1	6.21	0.966	0.361	0.899
2	6.83	0.951	0.517	0.856
3	7.27	0.987	0.134	0.963
4	6.54	0.619	3.313	0.076
5	6.11	0.921	0.813	0.773
6	6.23	0.844	1.549	0.568
7	7.95	0.718	2.604	0.274
8	5.82	1.000	0.003	0.999
9	5.62	0.936	0.662	0.815
10	7.13	0.933	0.692	0.807
11	6.95	0.915	0.873	0.756
12	5.37	0.977	0.245	0.932
13	6.35	0.871	1.297	0.638
14	5.99	0.883	1.187	0.669
15	6.01	0.904	0.982	0.726
16	7.16	0.959	0.435	0.879
17	6.17	0.884	1.172	0.673
18	5.38	0.918	0.843	0.765
19	5.68	0.944	0.582	0.838
20	6.77	0.903	0.991	0.723
Mean grain yield:	6.38			

جدول۶-تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان طی ۴محیط مختلف

Table 6- Analysis of variance for grain yield in bread wheat genotypes by AMMI model

منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS	٪SS
Genotype	ژنوتیپ	19	108	5.68**	11.46%
Environment	محیط	3	645.1	215.04**	68.45%
Treatment	تیمار	79	942.4	11.93**	-
Block	بلوک	8	5.1	0.64ns	-
Genotype*environment	اثر متقابل ژنوتیپ×محیط	57	189.3	3.32**	20.09%
$IPCA_1$		21	98.6	4.69**	52.09%
$IPCA_2$		19	52.1	2.74**	27.52%
Residual	باقیمانده	17	38.6	2.27**	20.39%
Error	اشتباه	152	100.7	0.66	-
Total	کل	239	1048.1	4.29	-

** و ns: به ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و عدم اختلاف معنی‌دار

** and ns: significant at 1% probability level and non-significant respectively

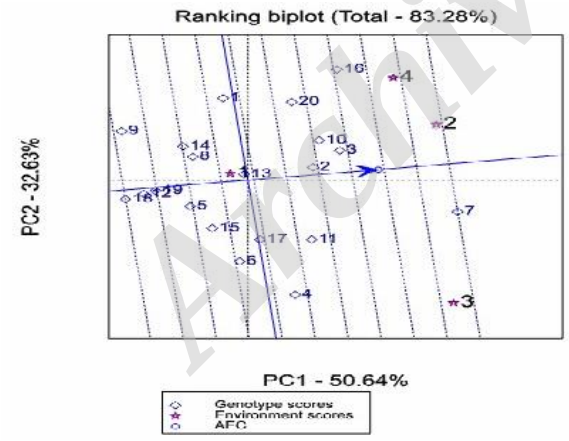
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۷- ارزش پایداری AMMI (ASV) و مقادیر مولفه‌های اصلی اول و دوم ژنوتیپ‌های گندم نان برای عملکرد دانه

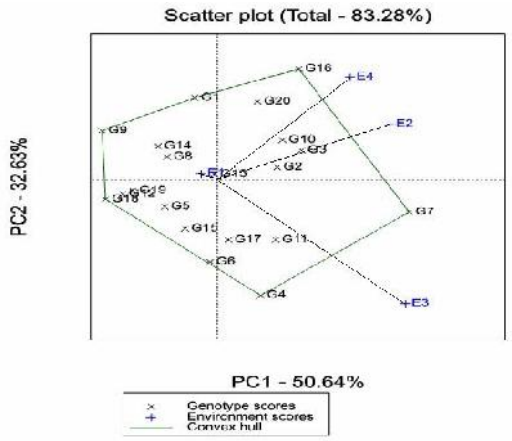
Table 7- ASV values of AMMI stability and the first and second principal values in bread wheat genotypes for grain yield

ژنوتیپ genotype	میانگین عملکرد Grain yield (t/ha)	$IPCA_1$	$IPCA_2$	ASV
1	6.21	0.783	0.186	1.107
2	6.83	0.008	0.432	0.594
3	7.27	0.147	0.320	0.484
4	6.54	-1.138	0.108	1.573
5	6.11	-0.128	-0.609	0.856
6	6.23	-0.733	-0.262	1.071
7	7.95	-0.620	0.986	1.602
8	5.82	0.280	0.071	0.398
9	5.62	0.666	-0.720	1.350
10	7.13	0.274	0.163	0.438
11	6.95	-0.628	-0.068	0.868
12	5.37	0.013	-0.295	0.406
13	6.35	0.061	-0.099	0.160
14	5.99	0.420	-0.415	0.812
15	6.01	-0.395	-0.130	0.572
16	7.16	0.874	0.804	1.634
17	6.17	-0.592	0.276	0.899
18	5.38	0.013	-0.632	0.870
19	5.68	0.050	-0.533	0.737
20	6.77	0.646	0.419	1.059
Mean grain yield	**6.38**			



شکل ۲ - نمودار میانگین عملکرد دانه و پایداری ژنوتیپ‌ها

Figure 2- Diagram of mean grain yield and stability of genotypes

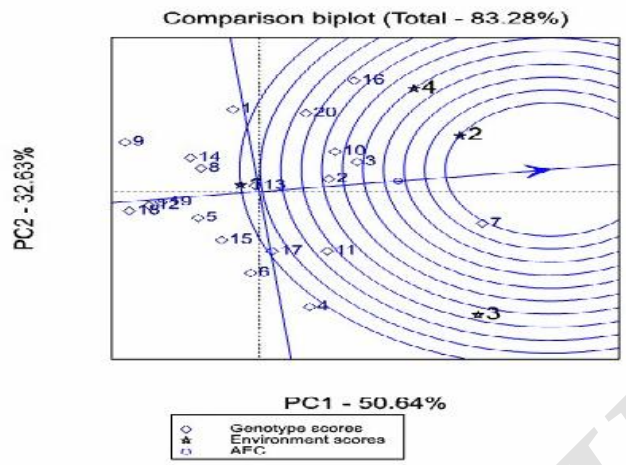


شکل ۱- بررسی پایداری ژنوتیپ‌های گندم نان بر اساس روش GGE biplot

Figure 1- Stability of wheat genotypes by GGE biplot method

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳ - تعیین ژنوتیپ ایده‌آل و محیط ایده‌آل با استفاده از روش GGE biplot

Figure 3- Identification of ideal genotypes and environments by GGE biplot method

ژنوتیپ‌ها با اعداد آبی و علامت لوزی و محیط با اعداد سیاه و علامت ستاره مشخص گردیده‌است.

References منابع مورد استفاده

- Akcura, M., Y. Kaya, S. Taner, and R. Ayranici. 2006. Parametric stability analysis for grain yield of durum wheat. *Plant Soil Environment*. 52: 254-261.
- Alizade, B., and A. Tarinejad. 2010. Application of MSTAT-C software in statistical analysis. Stoude press, Tabriz, Iran. 272p. (In Persian).
- Amiri-Gangchin, A. 1996. Study of adaptability and stability of durum wheat varieties in tropical and sub-tropical dry land areas. *Seed and Plant Journal*. 12: 42-48. (In Persian).
- Askarinia, P., G. Saeidi, and A. Rezai. 2009. Pattern analysis of genotype × field environments interaction for grain yield in wheat using AMMI method. *Electronic Journal of Crop Production*. 2 (2): 75-90
- Eberhart, S. A., and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 6: 36-40.
- Flores, F., M.T. Moreno, and J.I. Cubero. 1998. A comparison of univariate and multivariate methods to analyse G×E interaction. *Field Crops Research*. 56: 271-286.
- Gabriel, K. R. 1971. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*. 58: 453–467.
- Gauch, H.G., and R.W. Zobel. 1997. Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Science*. 37:311–326.
- Kang, M.S. 1993.Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: consequences for growers. *Agronomy Journal*. 85:754-757.
- Karadavut, U., C. Palta, Z. Kavur maci, and Y. Block. 2010. Some grain yield parameters of multi-environmental trials in faba bean (*Vicia faba*) genotypes.

Archive of SID

www.SID.ir

International Journal of Agricultural Research. 12(2):217-220.

- Kebriyai, A., A. Yazdansepas, S. Keshavarz, M.R. Bihamta, and T. Najafi Mirak. 2007. Stability of grain yield in promising winter and facultative wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 9(3): 225-236. (In Persian).
- Kurt Polat1, P.O., E.A., Cifci1, and K. Yagdı1. 2016. Stability performance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 18: 553-560.
- Lalbachan, V. 1994. Analysis of genotype – environment interactions for yield in irrigated rice. College Laguna. Philipine.
- Omidi Tabrizi, A.H., M. Ahmadi, M. Shahsavari, and S. Karimi. 2000. Study on oil and grain yield stability of several winter cultivars and lines of safflower. *Seed and Plant Improvement Journal*. 16(2): 130-145. (In Persian).
- Pinthus, M.J. 1973. Estimate of genotypic value: A proposed method. *Euphytica*. 22: 121-123.
- Rommer, T.H. 1947. Sind die ertragreicheren sorten ertragssicherer? *DGL-Kitt* 32: 87-89.
- Roustayi, M., D. Sadegzade Ahari, H. Pashapour, M. Hassanpour Hosney. 2003. Study of adaptability and stability of grain yield of bread wheat in cold and moderate-cold dryland areas. *Seed and Plant Journal*. 19: 263-275. (In Persian).
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*. 29:383-390.
- Sougi, H., M. Kalate Arabi, S.A.M. Abroudi. 2005. Grain yield stability analysis and investigation on traits relationship in promosing bread wheat lines in Gorgan. *Research and Constitution Journal*. 70: 56-62. (In Persian).
- Tarinejad, A.R., and M.S. Abedi. 2015. Investigation on the grain yield stability of promising cold region bread wheat cultivars and lines by using different stability statistics. *Journal of Crop Ecophysiology*. 9(2). 275-292. (In Persian).
- Tarinejad, A.R., A. Daryani, S. Aharizad, F. Farahvash, and H. Khanzade. 2010. Evaluation of spring bread wheat lines (*Triticum aestivum* L.) and their classification by using some agronomic Traits. *Journal of Crop Ecophysiology*. 14: 41-52. (In Persian).
- Wricke, G. 1962. Uber ein methode zur frfassung der okmoyischen streitein fedversuchen. *Zpflan Zenzuchtg*. 47: 92-96.
- Yan, W. 2002. Singular-value partitioning in biplot analysis of multienvironment trial data. *Agronomy Journal*. 94: 990-996.
- Yan, W., and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Corp Science*. 42: 11-20.
- Zobel, R.W., and H.G. Gauch. 1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agronomy Journal*. 80: 388-393.

Archive of SID

www.SID.ir

Srain Yield Stability of some Bread Wheat Cultivars Introduced in Moderate and Cold Area of Iran

Alireza Tarinejad[1*]

Received: January 2017 , Revised:13 January 2017, Accepted:9 February 2017

Abstract

Due to genotype×environmental interaction, seed yields of genotypes are usually evaluated in broad range of environmental conditions to obtain efficient information concering cultivar selection and introduction. For this purpose, an experiment was conducted based on RCBD with three replications, using 20 bread wheat cultivars to study seed yield stability of cultivars introduced during the past several years to cold, and moderate areas of Iran. This experiment was carried out at the Agriculture Research Station of Islamic Azad University, Tabriz branch during 2009-2012, for 4 years. Because of significant genotype×environmental interaction, stability analysis was performed by all possible methods to obtain stable and high potential cultivars. The result of stability analysis showed non parametric, AMMI, GGE biplot and simultaneous selection stability methods introduce lower, high, and higher yielding cultivars to be stable. On basis of all stability methods, Bahar (spring type introduced in 2008), Mahdavi (facultative type released in 1995), and Azadi cultivar (winter type introduced in 1989) respectively with 7.27, 7.13 and 6.88 (t/ha grain yield) were stable and were highly potential cultivars among other cultivars. These cultivars could be introduced to researchers as stable cultivars to be used as parental ones in breeding programs for production of highly stable and seed yielding lines.

Key words: Equivalence Rick, Shukla σ^2, stability analysis, wheat.

Archive of SID

1- Associate Prof., Faculty of Agriculture, Department of Agriculture Biotechnology, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.

**** Corresponding Author:*** *atarinejad@yahoo.com*

www.SID.ir