Archive of SID

مجله علوم کشاورزی ایران
دوره ۱-۳۸، شماره ۲، ۱۳۸۶ (۲۵۷-۲۴۹)

# تعیین سازگاری و پایداری عملکرد دانه هیبریدهای زودرس خارجی ذرت

زیبندهٔ دهقانپور[۱]، رحمت الله کریمی‌زاده،[۲] حمید دهقانی[۳*] و ناصر صباغ نیا[۴]
۱، استادیار پژوهندهٔ، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۲، ۳، ۴، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس
(تاریخ دریافت:۸۵/۸/۱۶ - تاریخ تصویب:۸۶/۲/۱۲)

## چکیده

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یکی از مسائل پیچیده برنامه‌های بهنژادی برای تهیه ارقام پرمحصول و سازگار بشمار می‌رود. برای کاهش اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و انجام گزینش دقیق‌تر، عملکرد و پایداری هیبریدها لازم است بطور همزمان مدنظر قرار گیرد. در این تحقیق تعداد ۹ هیبرید خارجی زودرس ذرت دانه‌ای با هیبرید سینگل‌کراس KSC301 در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در ٤ تکرار و ۷ منطقه بمدت ۲ سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. هدف این تحقیق محاسبه و مقایسهٔ روش‌های پارامتری تک‌متغیره و تعیین پایدارترین هیبرید بود. نتایج حاصل از روشهای واریانس محیطی، ضریب تغییرات و میانگین مربعات سالهای درون مکانی لین و بینز هیبریدهای K1263/1 × K33 و KE721/1 × K1263/1 را به عنوان هیبریدهای پایدار معرفی کردند در حالی که سایر روشهای پارامتری دیگر مانند واریانس شوکلا، اکووالانس ریک، ضریب رگرسیون فینلی و ویلکینسون، آماره پلاستد و پترسون با اندک اختلافی هیبریدهای K1263/1 × KE8212/12 و S61 × K2882/1 را به عنوان هیبرید پایدار معرفی نمودند. روش کنگ که ترکیبی از واریانس روش شوکلا و روش ناپارامتری رتبه است، هیبریدهای K1263/1 × KE8212/12 و S61 × K2882/1 را به عنوان هیبریدهای پایدار معرفی کرد. در مجموع با توجه به نتایج روشهای مختلف، هیبرید K1263/1 × KE8212/12 به عنوان پایدارترین هیبرید معرفی شد.

**واژه‌های کلیدی:** پایداری، روشهای پارامتری، ذرت زودرس، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط

## مقدمه

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط یک مشکل عمده در راه اصلاح نباتات می‌باشد زیرا این اثر باعث اختلال در ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌شود (۱۲و ۲۲). اثر متقابل ژنوتیپ × محیط وقتی که انتخاب فقط براساس میانگین عملکرد باشد اثر انتخاب را محدود می‌کند (۱۴و ۱۲). روشهای زیادی برای محققین اصلاح نباتات وجود دارد که بعضی از آنها با وجود کاربرد وسیع در سالهای قبل، در حال حاضر اهمیت کمتری دارند. پایداری فنوتیپی برای اولین بار در سال ۱۹۱۷ توسط رومر (۹) با معیار بزرگی واریانس محیطی ( $S_i^2$ ) یک ژنوتیپ در محیط‌های مختلف اندازه‌گیری شد (۵).

ییتز و کوکران (۲۸) در سال ۱۹۳۸ از روش رگرسیون برای بررسی پایداری ۱۰ رقم جو در آزمایشات ناحیه‌ای استفاده کردند ولی روش پیشنهادی آنها چندان مورد توجه قرار نگرفت تا اینکه مجدداً توسط فینلی و ویلکینسون (۹) در سال ۱۹۶۳ مورد استفاده قرار گرفته و فراگیر گردید. آنها

* نویسنده مسئول: حمید دهقانی تلفن:۰۹۱۲-۵۱۴۴۸۲۰ E-mail:dehghanr@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID



در سال ۱۹۶۳ با استفاده از رگرسیون، پایداری ارقام جو مورد مطالعه در استرالیا را تعیین کرده و اعلام نمودند که ضریب رگرسیون ($b_i$) می‌تواند در امر ارزیابی پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌ها در آزمایشات ناحیه‌ای عملکرد بکار رود (۹).

واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ($\theta_i$) جهت تعیین پایداری ارقام در سال ۱۹۵۹ توسط پلستید و پترسون (۲۱) و میانگین واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ($\theta_{(i)}$) در سال ۱۹۶۰ توسط پلستید (۲۲) پیشنهاد گردید. شاخص پایداری اکووالانس ریک ($W_i^2$) که یکی از پرکاربردترین روشهای تعیین پایداری می‌باشد در سال ۱۹۶۲ توسط ریک (۱۷) ارائه شد. در سال ۱۹۶۸ پرکینز وجینکر (۲۰) روش رگرسیون دیگری را بر اساس ضریب رگرسیون ($\beta_{Yi}$) و انحراف رگرسیونی ($\delta^2_{di}$) برای ارزیابی پایداری پیشنهاد کردند. پارامتر پایداری ژنوتیپی هنسون (۱۲) در سال ۱۹۷۰ ارائه گردید که یک شاخص براساس رگرسیون می‌باشد. واریانس پایداری شوکلا ($\sigma_i^2$) نیز مشابه اکوولانس ریک است که در سال ۱۹۷۲ توسط شوکلا (۲۶) ارائه گردید.

ضریب تغییرات محیطی ($CV_i$) نیز در سال ۱۹۷۸ توسط فرانسیس و کاننبرگ (۱۱) ارائه گردید. روش میانگین مربعات سالهای درون مکانی ($MS_{Ei}$) لین و بینز (۱۷) پیشنهاد گردید. بالاخره کنگ (۱۵) در سال ۱۹۹۳ روش تغییر یافته مجموع رتبه را با قابلیت تعیین مقادیر اشتباه نوع اول و دوم برای جزء عملکرد و جزء پایداری پیشنهاد داد که در واقع ترکیبی از روشهای شوکلا (۲۶) و میانگین رتبه هر ژنوتیپ در محیطهای مختلف می‌باشد. لین و همکاران (۱۶) روشهای پارامتری پایداری را به سه تیپ مختلف تقسیم‌بندی کردند که عبارتند از:

تیپ I : ژنوتیپی پایدار است که واریانس بین محیطی آن کوچک باشد.

تیپ II : ژنوتیپی پایدار است که پاسخ آن به محیطها موازی با میانگین پاسخ‌های کل ژنوتیپ‌ها به محیطها باشد.

تیپ III : ژنوتیپی پایدار است که میانگین مربعات باقیمانده از مدل رگرسیونی بر روی شاخص محیطی کوچک باشد.

برای درک ماهیت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط روش‌های گوناگونی وجود دارد، بر این اساس فلورس و همکاران (۱۰) این روشها را در سه رهیافت کلی قرار دادند. رهیافت اول شامل روش‌های تک‌متغیره پارامتری و رهیافت دوم شامل روش‌های تک‌متغیره ناپارامتری می‌باشند. در حالیکه روش‌های تک‌متغیره اعم از پارامتری و ناپارامتری تلاش دارند تا اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را در یک یا دو آماره توصیف نمایند، هدف رهیافت سوم (روش‌های چندمتغیره) شناسایی جنبه چندبعدی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بوده و سعی دارد تا اطلاعات بیشتری را بدست آورد (۱۰). در آزمایشی آلارد و برادشا (۴) نشان دادند که جمعیت‌های ناهمگن و هتروزیگوت، برای تولید واریته‌هایی که اثر متقابل کمتری را با شرایط محیطی نشان دهند، شانس بهتری دارند.

در آزمایشی رشد لاینهای اینبرد ذرت در سه منطقه با هیبریدهای $F_1$ و $F_2$ مقایسه شد و نتایج حاصله نشان داد که والدین سازگاری عمومی در هر سه منطقه را نداشتند اما $F_1$ ها و $F_2$ ها سازگاری عمومی بهتر و عملکرد بالاتری داشتند (۶). در مطالعهٔ دیگری لاینهای اینبرد ذرت با هیبریدهای حاصل مقایسه شدند و نتایج نشان داد که ضریب پراکندگی برای هیبریدها از لاینها کمتر است و حتی بعضی مواقع بین لاینها اختلاف فاحشی وجود دارد (۲۳).

ابرهارت و همکاران (۱۹۶۴) دو نوع دورگ ساده و سه طرفه را مورد ارزیابی قرار دارند و مشاهده کردند اثر متقابل هیبرید × سال برای دورگهای ساده از دورگهای سه طرفه بزرگتر و معنی‌دارتر بود، آنها اظهار داشتند که ممکن است این نتیجه به دلیل پایداری فنوتیپی کمتر دورگهای ساده نسبت به دورگهای سه طرفه و چهار بدست آمده باشد (۸).

بررسی‌های بعدی واریانس اجزای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای عملکرد، ارتفاع بوته و ارتفاع بلال برای ۵ لاین لاین اینبرد ذرت و ۱۰ هیبرید حاصل از آنها انجام شد و نتایج نشان داد که مقادیر اثر متقابل محاسبه شده برای

www.SID.ir

Archive of SID


هیبریدهای حاصل از مقادیر اثر متقابل لاینها کمتر و کوچکتر است (۲۳).

لینچ و همکاران (۱۸) همه واریته های تجاری کانادا را از سال ۱۹۶۸ تا ۱۹۷۲ مورد ارزیابی قرار دادند و دریافتند که سینگل‌کراسها از لحاظ عملکرد از دابل‌کراسها برتر بوده ولی از لحاظ پایداری معادل یکدیگر می‌باشند. نتایج تجزیه پایداری براساس انحراف رگرسیونی ( $S^{2}_{di}$ ) ابرهارت و راسل (۷) بر روی هیبریدهای متوسطرس ذرت نشان داد که بین هیبریدها اختلاف معنی‌دار است و اختلاف ژنتیکی موجود بین هیبریدها را که از تجزیه واریانس ساده و تجزیه مرکب حاصل شده‌اند را تأیید می‌کند. نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها به روش رگرسیونی (۹) نشان داد که ضریب رگرسیونی هیبریدها با یک اختلاف معنی‌داری نداشته و می‌توان آنها را برای هر محیطی توصیه کرد (۱).

هدف از این تحقیق علاوه بر انتخاب بهترین هیبریدهای زودرس ذرت از نظر پایداری و عملکرد، مقایسه روشهای مختلف پارامتری تک متغیره است.

## مواد و روشها

برای معرفی ژنوتیپ‌های اصلاحی جدید، نیاز به انجام آزمایشات مقایسه عملکرد در چند منطقه و چند سال است. بنابراین در این تحقیق ۹ هیبرید جدید زودرس ذرت که از آزمایشات نیمه‌نهایی گزینش شده‌اند همراه با شاهد سینگل‌کراس KSC 301 مورد ارزیابی قرار گرفتند. این آزمایش با استفاده از طرح بلوک کامل تصادفی در ۴ تکرار و ۷ منطقه و بمدت ۲ سال اجرا شده است. ایستگاهها و مراکز تحقیقاتی مورد مطالعه شامل ۷ شهر کرج، اردبیل، مشهد، اصفهان، ساری، کرمانشاه و مغان بود. اما در این آزمایش به دلیل عدم یکنواختی واریانسهای آزمایشات شهرهای اصفهان و ساری در سال ۱۳۸۱ و اردبیل در سال ۱۳۸۲، داده‌های مربوط آنها مورد استفاده قرار نگرفتند. بنابراین تعداد محیط‌های آزمایشی ۱۱ بود. هر تیمار (هیبرید) در چهار ردیف کشت شد، فواصل ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله کپه‌ها از هم ۳۶ سانتیمتر و هر ردیف شامل ۱۸ کپه و مساحت کرت برداشتی ۹/۷۲ مترمربع بود. در هر کپه ۴ بذر کشت شد که پس از تنک کردن دو بذر باقی ماند. تراکم بوته ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار بود.

پس از انجام تجزیه مرکب بر اساس محیط(ترکیب سال و مکان)، مقایسه میانگین بین هیبریدهای ذرت به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ در محیط‌های مختلف انجام گرفت. در این تحقیق از ۹ روش پارامتری تک‌متغیره شامل واریانس محیطی (۵)، ضریب تغییرات محیطی (۱۱)، آمارهٔ پلاستد و پترسون (۲۱)، آمارهٔ پلاستد (۲۲)، واریانس پایداری شوکلا (۲۶)، ضریب رگرسیون فینلی و ویلکینسون (۹)، اکووالانس ریک (۱۷)، آماره پایداری ابرهارت و راسل (۷)، آماره پایداری شوکلا (۲۶)، آماره‌های رگرسیونی پرکینز و جینکز (۲۰) که توسط لین و همکاران (۱۶) مورد بررسی قرار گرفته و تیپ‌های پایداری بر اساس آنها تعریف شده، استفاده شده است. همچنین روش میانگین مربعات سالهای درون مکانی لین و بینز (۱۷) و روش کنگ (۱۵) که یک روش ترکیبی از آماره‌های شوکلا (۲۶) و میانگین رتبه هر ژنوتیپ در محیط‌های مختلف می‌باشند، نیز محاسبه شده است.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده برای هر یک از آزمایش‌ها (ترکیبی از سال و مکان ) بصورت جداگانه نشان داد که اختلاف بین هیبریدها در اکثر آزمایش‌ها معنی‌دار است که نشان از تنوع بین هیبریدهای مورد استفاده بود. در این تحقیق به علت بالا بودن خطای آزمایشی مربوط به مراکز اصفهان و ساری در سال ۱۳۸۱ و اردبیل در سال ۱۳۸۲، آزمایشات مذکور حذف شدند و تجزیه آماری براساس ۱۱ محیط انجام شد. آزمون بارتلت برای تست یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی انجام شد که برای تجزیه واریانس مرکب در ۱۱ محیط $\chi^2$ = ۹/۹۱ بدست آمد که معنی‌دار نبود و این امر نشان‌دهنده یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی در سالها، مکان‌ها و محیط‌های مختلف است.

همچنین تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای ۱۱ محیط (ترکیب سال و مکان) انجام شد (جدول ۴). اثر هیبرید در

www.SID.ir

Archive of SID



تجزیه واریانس مرکب در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد که نشان‌دهنده اختلاف بین هیبریدهای ذرت مورد آزمایش بود. اثر محیط در تجزیه واریانس مرکب در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد که نشان‌دهنده اختلاف بین محیط‌های اجرای آزمایش بود. اثر متقابل هیبرید × محیط در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید که نشان‌دهنده روند تغییرات متفاوت عملکرد هیبریدها در محیطهای مختلف است. از سوی دیگر معنی‌دار بودن اثر هیبرید × مکان نشان داد که هیبریدهای ذرت دارای سازگاری اختصاصی با مکانهای مختلف بودند که به منظور بدست آوردن اطلاعات دیگر نیاز به تجزیه‌های دیگر نیز بود. نتایج مقایسه میانگین هیبریدهای ذرت به روش دانکن در جدول شماره ۴ آمده است. هر کدام از آماره‌های جدول ۴ براساس تیپ‌های پایداری I و II و III بوده و با توجه به اینکه از چه معیاری برای معرفی ژنوتیپ پایدار استفاده شود آماره‌ها در تیپ‌های گوناگون قرار می‌گیرند.

جدول ۱- مشخصات هیبریدهای زودرس ذرت

| کد هیبرید | نام هیبریدها یا تلاقی |
|---|---|
| ۱ | K1263/2-1 ×K1264/5-1 |
| ۲ | S61× K2882/1 |
| ۳ | K1263/1 ×K33 |
| ۴ | K1263/3 × K1263/17 |
| ۵ | K1263/17 ×K1728/8 |
| ۶ | K33 × K1369/4 |
| ۷ | K1263/1 ×KE721/1 |
| ۸ | K1263/1 × KE8212/12 |
| ۹ | K1263/1 ×K1728/8 |
| ۱۰ | KSC 301 |

جدول ۲- مشخصات جغرافیایی و متوسط عملکرد محیط‌های اجرای آزمایش

| کد محیط | مکان | عرض جغرافیایی | طول جغرافیایی | ارتفاع (متر) | متوسط بارندگی | درجه حرارات | | عملکرد ($t.\ ha^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | حداقل | حداکثر | |
| ۱ | کرج | ۳۵/۹۷ | ۵۱/۱۰ | ۱۳۲۱ | ۲۹۵ | ۲۴/۴ | ۳۶/۲ | ۱۰/۴۵ |
| ۲ | کرمانشاه | ۳۴/۳۱ | ۴۷/۰۶ | ۱۳۷۴ | ۶۴۵ | ۲۴ | ۳۸/۱ | ۷/۳۳۷ |
| ۳ | مغان | ۳۹/۵۸ | ۴۸/۰۰ | ۱۰/۰۱ | ۲۳۳ | ۲۳/۶ | ۳۷/۲ | ۵/۹۷۱ |
| ۴ | مشهد | ۳۶/۲۱ | ۵۹/۶۶ | ۱۰۰۲ | ۲۶۱/۸ | ۲۳/۳ | ۳۵/۶ | ۱۰/۷۸ |
| ۵ | اردبیل | ۳۸/۲۵ | ۴۸/۳۰ | ۱۳۳۲ | ۳۰۰ | ۱۶/۸ | ۳۱/۸ | ۱۰/۲۳۵ |
| ۶ | ساری | ۳۶/۶۴ | ۵۳/۱۹ | ۱۰/۶ | ۸۶۷ | ۲۴/۸ | ۳۳/۴ | ۵/۹۹۱ |
| ۷ | اصفهان | ۳۲/۶۶ | ۵۱/۶۷ | ۱۵۷۰ | ۱۷۹/۸ | ۲۵/۶ | ۳۶/۵ | ۱۲/۶۹۹ |

جدول ۳- تجزیه پایداری هیبریدهای ذرت با روش ابرهارت و راسل (۱۹۶۶)

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| کل | ۷۹ | ۷/۰۵۸** |
| ژنوتیپ | ۹ | ۱/۲۴* |
| ژنوتیپ/محیط | ۷۰ | ۷/۸۱** |
| محیط خطی | ۱ | ۳۹۶/۹۳** |
| ژنوتیپ × محیط خطی | ۹ | ۶۳/۱۴** |
| اشتباه | ۶۰ | ۵/۱۸** |

www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد هیبریدهای ذرت در تجزیه واریانس مرکب و مقادیر ۱۰ آمارهٔ پایداری از روشهای پارامتری

| ژنوتیپ | میانگین | $S_i^2$ | $CV$ | $\theta_i$ | $\theta_{(i)}$ | $W_i^2$ | $\sigma_i^2$ | $\beta_i$ | $b_i$ | $S_{di}^2$ | $MS_{Y/L}$ | $\delta_i^2$ | $YS_i$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | bc ۹/۰۸۷ | ۱۱/۴۵ | ۳۸/۹۴ | ۰/۶۹۵ | ۰/۰۷۳ | ۰/۴۴۲ | ۸/۱۲ | ۰/۲۵۲ | ۱/۲۵۱ | ۰/۲۴۳ | ۳۵۲/۲۴ | ۰/۲۰۹ | ۵ |
| ۲ | b ۹/۲۷۲ | ۹/۸۸ | ۳۵/۴۳ | ۰/۷۹۶ | ۰/۰۴۸ | ۵/۷۱ | ۷/۱۱ | ۰/۰۶۵ | ۱/۱۳ | ۰/۸۱۴ | ۳۶۲/۴۷ | ۰/۹۱۶ | ۸ |
| ۳ | cd ۸/۸۷۸ | ۵/۱۲ | ۲۶/۲۵ | ۰/۸۸۵ | ۰/۰۲۵ | ۶/۸۴۳ | ۸/۰۳ | -۰/۰۷۱ | ۱/۷۸۸ | ۰/۷۵۸ | ۳۲۱/۳۸ | ۰/۰۹۷ | ۳ |
| ۴ | e ۸/۳۹۰ | ۹/۶ | ۳۷/۹۸ | ۰/۴۹۷ | ۰/۱۲۲ | ۱/۹۵۱ | ۳/۹۶ | ۰/۰۳۷ | ۱/۱۴۸ | ۰/۱۰۳ | ۳۱۲/۲۷ | ۰/۳۱۴ | -۲ |
| ۵ | de ۸/۶۱۰ | ۷/۶۱ | ۳۲/۷۹ | ۰/۶۰۹ | ۰/۰۹۴ | ۳/۳۶۵ | ۳/۸۶ | -۰/۰۰۱ | ۰/۹۶۶ | ۰/۵۵۵ | ۳۲۰/۴۴ | ۰/۵۶۱ | ۱ |
| ۶ | de ۸/۶۱۲ | ۸/۷۸ | ۳۵/۰۲ | ۰/۶۲۸ | ۰/۰۸۹ | ۳/۶۰۵ | ۵/۱۷ | ۰/۰۱۲ | ۱/۰۷۴ | ۰/۶۳۵ | ۳۲۷/۲۸ | ۰/۵۹۹ | ۱ |
| ۷ | b ۹/۲۶۳ | ۴/۷۳ | ۲۵/۱۶ | ۰/۶۸۲ | ۰/۰۷۶ | ۴/۲۸۵ | ۵/۸۴ | -۰/۰۳۱ | ۰/۷۸۷ | ۰/۳۲۶ | ۳۲۱/۵۳ | ۰/۷۰۵ | ۶ |
| ۸ | a ۹/۷۰۵ | ۸/۱۶ | ۲۹/۹۸ | ۰/۴۶۶ | ۰/۱۳ | ۱/۵۶۳ | ۲/۸۰ | ۰/۰۰۷ | ۰/۰۵۲ | ۰/۲۷۳ | ۳۹۹/۹۷ | ۰/۲۶۰ | ۱۲ |
| ۹ | de ۸/۶۸۲ | ۴/۹۴ | ۲۷/۰۹ | ۰/۸۵۷ | ۰/۰۳۳ | ۶/۴۸۷ | ۹/۲۵ | -۰/۰۲۵ | ۰/۷۷۹ | ۰/۶۶۷ | ۲۹۰/۶۵ | ۰/۰۷۶ | ۰ |
| ۱۰ | de ۸/۵۹۲ | ۷/۸۱ | ۳۳/۳۳ | ۰/۷۲۹ | ۰/۰۶۴ | ۴/۸۷۷ | ۶/۷۲ | -۰/۰۰۱ | ۰/۹۹۴ | ۰/۸۱۴ | ۳۱۳/۶۰۶ | ۰/۸۱۳ | -۱ |

در این جدول میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه اختلاف معنی‌دار ندارند و CV: ضریب تغییرات، $\overline{\theta_i}$: پارامتر پایداری Plaisted and Peterson، $\theta_i$:پارامتر پایداری Plaisted، W2i: اکووالانس Wricke، واریانس پایداری: Shukla، $\beta_i$: ضریب رگرسیون Perkins and Jinks، $b_i$: ضریب رگرسیون Finlay and Wilkinson، $S_{di}^2$: انحراف رگرسیون Eberhart and Russell، $MS_{Y/L}$: واریانس درون مکانی لین و بینز، $\delta_i^2$: انحراف رگرسیون Perkins and Jinks می‌باشند.

با استفاده از پارامترهای واریانس محیطی و ضریب تغییرات بدست آمده برای هر واریته، هیبریدهای دارای کمترین واریانس محیطی هیبریدهای ۷ و ۳ بودند و به عنوان پایدارترین هیبریدها انتخاب شدند. در بررسی پایداری ۱۴ واریته بومی گندم در اتیوپی نیز از روشهای واریانس محیطی و ضریب تغییرات استفاده گردید. در این مطالعه مشخص گردید که هیچ‌یک از پارامترهای پایداری ذکر شده فاقد هر نوع همبستگی با میانگین عملکرد می‌باشند (۲۷). در این تحقیق نیز چنین نتایجی حاصل شد و به عبارت دیگر پارامترهای واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی دارای ماهیت پایداری بیولوژیکی بوده و ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس این روشها از میانگین بالایی برخوردار نبودند (۱۶). آدوگنا و لبوسشنگ (۳) ضمن محاسبه روشهای پارامتری و غیر پارامتری همبستگی بین این روش‌ها را نیز بدست آوردند.

آزمون معنی‌دار بودن ضرایب رگرسیون ابرهارت و راسل (۷) نشان داد که ضرایب رگرسیونی هیبریدهای ۱ و ۴ اختلاف معنی‌دار با یک دارند و لذا سازگاری بالایی به محیط‌های مطلوب دارند. در این روش ژنوتیپ پایدار ژنوتیپی است که ضریب رگرسیونی برابر با یک، میانگین مربعات انحراف از رگرسیون حداقل و میانگین عملکرد بالا داشته باشد. با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۴) هیبریدهای ۱، ۴ و ۸ دارای کمترین مقادیر میانگین مربعات انحراف از رگرسیون هستند بنابراین دارای سازگاری خوبی در محیط‌های مناسب می‌باشند.. با توجه به اینکه میانگین عملکرد هیبرید شماره ۴ از میانگین کل کمتر بوده و همچنین دارای ضریب رگرسیونی بالاتر از یک می‌باشد لذا برای محیط‌های حاصلخیز مثل کرج و مشهد پیشنهاد می‌شود. هیبرید شماره ۸ با دارا بودن میانگین بالاتر از میانگین کل و ضریب رگرسیونی برابر با یک و همچنین

www.SID.ir

Archive of SID



میانگین مربعات انحراف از رگرسیون پایین به عنوان پایدارترین هیبرید در این روش معرفی گردید و هیبریدهای ۳، ۵ و ۷ با میانگین عملکرد برابر با میانگین کل و ضرایب رگرسیونی متوسط و همچنین میانگین انحرافات از خط رگرسیون متوسط دارای سازگاری عمومی متوسطی در همه محیط‌ها می‌باشد.

برای تعیین پایداری و سازگاری ۲۰ ژنوتیپ برتر ذرت در کشور برزیل، آزمایشاتی در ۷ ناحیه و به مدت سه سال انجام گرفت (۲۴). آماره‌های پایداری مورد استفاده شامل شیب خط رگرسیون فینلی و ویلکینسون و انحراف از شیب خط رگرسیون ابرهارت و راسل بودند. نتایج حاصل ضمن معرفی ارقام پایدار براساس هر روش، نشان دادند که انحراف از شیب خط رگرسیون ابرهارت و شیب خط رگرسیون فینلی و ویلکینسون در معرفی ژنوتیپ‌هایی با سازگاری متوسط مفید بوده و از کارایی لازم برخوردار می‌باشند ولی نمی‌توانند ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناسایی نمایند (۲۴). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج بدست آمده در آزمایشات ناحیه‌ای عملکرد ذرت زودرس تا حدودی مطابقت دارد و آن را تائید می‌نماید بطوریکه در این تحقیق نیز ارقام پایدار بر اساس این دو پارامتر از عملکرد خیلی بالا برخوردار نبودند.

با استفاده از روش لین وبینز (۱۷) هیبریدهای شماره ۱ و ۴ دارای ضرایب رگرسیون معنی‌دار بزرگتر از یک و سایر هیبریدها دارای ضرایب رگرسیونی بودند که هیچکدام با یک اختلاف معنی‌دار نداشتند که نشان‌دهنده سازگاری متوسط این هیبریدها بوده، بطوریکه می‌توان آنها را برای کشت در یک منطقه وسیع پیشنهاد نمود. نتایج بدست آمده نشان داد که هیبریدهای شماره ۶ و ۱۰ با داشتن شیب رگرسیون نزدیک به یک دارای سازگاری متوسط می‌باشند لذا می‌توان آنها را در محیط وسیعی کشت کرد. با توجه به اینکه واریانس درون مکانی هیبرید ۹ دارای کمترین مقدار بود به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها می‌تواند محسوب شود ولی دارای عملکرد پایین‌تر از میانگین کل می‌باشد. در تحقیق شاه‌محمدی و همکاران (۲) که از روشهای پارامتری مورد استفاده در این تحقیق برای بررسی پایداری استفاده شده بود، مشخص گردید که روشهای رگرسیونی مورد استفاده و روش میانگین مربعات سالهای درون مکانی لین و بینز (۱۷) نتایج نسبتا مشابهی داشتند و در نهایت ژنوتیپ پایدار براساس این روشها معرفی گردید. هر چند در این مطالعه برخی از نتایج این روشها مشابهت دارند ولی بنظر می رسد که نمی‌توان تنها با تکیه بر نتایج این روشها ژنوتیپ پایدار نهایی را معرفی نمود. وجود چنین تناقضی در تحقیقات دیگری نیز به اثبات رسده است که از دلایل عمده آن می‌توان به نوع گیاه زراعی، نوع اقلیم مناطق مختلف و سایر عوامل محیطی اشاره نمود که باعث پیچیده‌تر شدن ماهیت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط شده و در نهایت کارایی هر روش تجزیه پایداری را محدود می‌نماید.

در روش پلاستد و پترسون (۲۱) هیبریدهای ۸ و ۴ به علت داشتن مقادیر کم $\theta_i$ به عنوان واریته‌های پایدار معرفی شدند بدین معنی که سهم کمتری در اثر متقابل ژنوتیپ×محیط داشتند، در روش پلاستد (۲۲) به علت بزرگ بودن واریانس اثر متقابل باقیمانده $\theta_{(i)}$ هیبریدهای ۸ و ۴ به عنوان هیبریدهای پایدار معرفی شدند، که نشان دهنده سهم کمتر این هیبریدها در اثر متقابل بود. در روش اکووالانس ریک (۱۷) نتایج مشابه دو روش قبلی بود و نشان داد که دو رقم ۴ و ۸ رقم پایداری هستند. در روش واریانس شوکلا (۲۶) هیبرید شماره ۸ به عنوان پایدارترین هیبرید شناخته شد که نشان دهنده کمتر بودن مقدار واریانس اثر متقابل این هیبرید است. نتایج حاصل در راستای مطالعه شاه‌محمدی و همکاران (۲) است بطوریکه آنها از روشهای پارامتری مورد استفاده در این تحقیق برای بررسی پایداری استفاده کرده و اعلام داشتند که آمارهٔ پلاستد و پترسون (۲۱) و آمارهٔ پلاستد (۲۲)، واریانس پایداری شوکلا (۲۶) و اکووالانس ریک (۱۷) بر اثر متقابل ژنوتیپ × محیط تاکید داشته و ارقامی را پایدار معرفی می‌نمایند که دارای سهم کمتری از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط باشند. در این تحقیق نیز پارامترهای فوق در معرفی هیبرید ۸ به عنوان ژنوتیپ پایدار اشتراک دارند. در نتیجه بنظر می‌رسد با توجه به عملکرد خوب این هیبرید، می‌توان آن را به عنوان ژنوتیپ برتر معرفی نمود.

www.SID.ir

Archive of SID


عملکرد خوب این هیبرید، می‌توان آن را به عنوان ژنوتیپ برتر معرفی نمود.

ژنوتیپ ناپایدار براساس ۴ روش ذکر شده مشابه ژنوتیپ ناپایدار بر مبنای روشهای واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی بود و این روشها نیز ژنوتیپ شماره ۱۰ را بعنوان ژنوتیپ ناپایدار معرفی نمودند. در روش ضریب رگرسیون پرکینز و جینکز (۸) واریته‌ای پایدار خواهد بود که ($\beta_i \geq 0$) داشته باشد، در این تحقیق هیبریدهای شماره ۳، ۷ و ۹ به عنوان هیبریدهای پایدار شناخته شدند و هیبریدهای شماره ۱، ۲ و ۸ هیبریدهای حساس به شرایط محیطی شناخته شدند. و لذا برای محیط های با شرایط مناسب مثل مشهد و کرج توصیه می‌شوند. بر اساس نتایج بدست آمده از روش کنگ (۱۵) مشخص گردید که هیبریدهای ۸، ۲ و ۷ را می‌توان به عنوان هیبریدهای پایدار معرفی کرد (جدول ۴) با توجه به نتایج سایر روشها در مجموع هیبرید ۸ به عنوان پایدارترین هیبرید معرفی شد.

اخیرا طی یک تحقیق در سال ۲۰۰۶ برای تجزیه پایداری از ۱۵ روش تک متغیره استفاده شده (۱۹) و نتیجه مقایسه روشهای مختلف نشان داد که نتایج حاصل از که ۴ روش تک متغیره شامل آمارهٔ پلاستد و پترسون (۲۱) و آمارهٔ پلاستد (۲۲)، واریانس پایداری شوکلا (۲۶) و اکووالانس ریک (۱۷) در برآورد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط کاملا مشابه بوده و ژنوتیپ‌های مشابهی را پایدار معرفی نمودند. همچنین مشخص گردید که روشهای رگرسیونی مختلف، نتایج نسبتا مشابهی به دنبال داشته و مثل روشهای قبلی با عملکرد بالا نیز رابطه دارند ولی پارامترهای واریانس محیطی و ضریب تغییرات با عملکرد بالا رابطه نداشته و ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین را پایدار معرفی نمودند. نتایج حاصل از این تحقیق نیز کم و بیش با این نتایج همخوانی دارد و نشان می‌دهد که انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس پارامترهای واریانس محیطی و ضریب تغییرات چندان مطلوب نبوده و بایستی از سایر پارامترهای پایداری استفاده نمود تا انتخاب و معرفی ژنوتیپ یا ژنوتیپ‌های پایدار، هم براساس پایداری و هم بر اساس عملکرد بالا باشد.

به نظر می‌رسد که نمی‌توان یک روش تجزیه پایداری را برای تمام گیاهان زراعی و در تمام شرایط توصیه نمود. همانگونه سایر محققین (۵،۱۷ و۱۹) اذعان داشته‌اند، بهتر است از روشهای گوناگون برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تجزیه پایداری استفاده نموده و سپس با توجه به نتایج حاصل تصمیم‌گیری نمود.

## سپاسگزاری

از زحمات بخش ذرت و گیاهان علوفه‌ای مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر کرج تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین از همکاری جناب آقای مهندس علی مقدم محقق بخش ذرت و گیاهان علوفه‌ای موسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر کرج کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع مورد استفاده

## REFERENCES

۱. دهقانی، ح. ۱۳۷۳. تجزیه پایداری عملکرد ارقام متوسط رس و دیررس ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشداصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۶۱ ص.

۲. شاه‌محمدی، م. دهقانی، ح و ا. یوسفی، ۱۳۸۴. تجزیه پایداری ژنوتیپ‌های جو در آزمایش‌های یکنواخت سراسری منطقه سرد. علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی.سال نهم، شماره اول، صفحات ۱۴۳-۱۵۵.

3. Adugna, W. & M. T. Labuschagne. 2003. Parametric and nonparametric measures of phenotypic stability in linseed (Linum usitatissimum L.). Euphytica, 129: 211–218.
4. Allard, R. W. & A. D. Bradshaw. 1964. Implication of geneotype-environmental interactions in applied plant breeding. Crop Science, 4: 503-508.
5. Becker, H. B. & J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding, 101: 1-23.

www.SID.ir

Archive of SID



6. Clausen, J. & W. M. Hiesey. 1958. Exprimental studies on the nature of species. IV: Genetic Structure of Ecological Races. Carnegine Inst. Wash Publication, 615.
7. Eberhart, S. A. & W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
8. Eberhart, S. A. W. A. Russell & L. H Penny. 1964. Double cross hybride prediction in maize when epistasis is present. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 4: 363-366.
9. Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. (1963). The analysis of adaptation in a plant breeding program. Australian Journal of Agricultural Research, 14: 742-754.
10. Flores, F., M.T. Moreno. & J.I. Cubero. 1998. A Comparison of univariate and multivariate methods to analyze G× E interaction. Field Crops Research, 56: 271-286.
11. Francis, T. R. & L. W. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short –season maize. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1025-1034.
12. Hanson, W. D. 1970. Genotypic stability. Theoretical and Applied Genetics, 40: 226-231.
13. Kang, M. S. & D. P. Gorman. 1989. Genotype × environmental interaction in maize. Agronomy Journal, 81: 662–664.
14. Kang, M. S. & J. D. Miller. 1984. Genotype × environment interaction for cane and sugar yield and their implications in sugarcane breeding. Crop Science, 24: 435–440.
15. Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials:Consequences for grower. Agronomy Journal, 85: 754-757.
16. Lin, C. S., M. R. Binns. & L. P. Lefcovitch. 1986. Stability analysis : where do we stand? Crop Science, 26: 894-900.
17. Lin, C.S. & M. R. Binns. 1988. A method of analyzing cultivar × location × year experiments: A new stability parameter. Theoretical and Applied Genetics, 75:425-430.
18. Lynch, P. J., R. B. Hunter. & L. W. Kannenberg. 1973. Relative performance of single cross, three-way cross and double cross corn hybrids recommended in Ontario. Canadian Journal Plant Science, 53: 805-810.
19. Mohebodini, M., H. Dehghni &S. H. Sabaghnpour. 2006. Stability of performance in lentil (Lens culinaris Medik.) genotypes in Iran. Euphytica, 149: 343-352.
20. Perkins, J. M. & J. L. Jinks. 1968. Environment and genotype-environmental components of variability. Heredity, 23: 339–3256.
21. Plaisted, R. L. & L. C. Peterson. 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. American Potato Journal, 36: 381–385.
22. Plaisted, R. L. (1960). A shorter method of evaluating the ability of selection to yield consistently over seasons. American Potato Journal, 37: 166–172.
23. Rowe, P. R. & R. H. Andrew. 1964. Phenotypic Stability for a Systematic Series of Corn Genotypes. Crop Science, 4: 563-567.
24. Scapim, C.A., V.R. Oliveira, A.L. Braccini1, C.D. Cruz, C.A.B. Andrade, & M.C.G. Vidigal. 2000. Yield stability in maize (Zea mays L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. Genetic Molecular Biology, 23: 387–393.
25. Shank, D. B. & M. W. Adams. 1960. Environmental variability within inbred lines and single crosses of maize. Genetics, 57: 119-126.
26. Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237-245.

www.SID.ir

Archive of SID


27. Tesemma, T., S. Tsegaye. G. Belay, E. Bechere. & D. Mitiku. 1998. Stability of performance of tetraploid wheat landraces in the Ethiopian Highland. Euphytica, 102: 301–308.
28. Yates, F. & W.G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. Jounal of Agricultural Science, 28:556-58.

www.SID.ir