Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۳ ، شماره ۱، سال ۱۳۸۶

گزینش ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) با استفاده از آماره های پایداری در مناطق معتدل ایران

Selection of Barley(*Hordeum vulgare* L.) Genotypes for Temperate Zones of Iran Using Stability Statistics

حمیدرضا نیکخواه، احمد یوسفی، مهرداد محلوجی، محسن آرزمجو، ذبیح اله راوری، محمدشریف الحسینی، محمدابراهیم پژومند و یداله مروتی

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۱۱/٦

چکیده

نیکخواه، ح. ر.، یوسفی، ا.، محلوجی، م.، آرزمجو، م.، راوری، ذ.، الحسینی، م. ش.، پژومند، م. ا.، و مروتی، ی. ۱۳۸٦. گزینش ژنوتیپ‌های جو (*Hordeum vulgare* L.) با استفاده از آماره‌های پایداری در مناطق معتدل ایران. **نهال و بذر** ۲۳: ۱۳-۱.

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به وسیله واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها به شرایط متغیر محیطی ایجاد می‌شود. توجه به این پدیده برای پیشرفت در اصلاح نباتات ضروری است، عدم توجه به آن موجب محدود شدن دقت برآورد عملکرد دانه می‌شود. در این تحقیق به منظور تعیین پایداری عملکرد و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، تعداد بیست ژنوتیپ امیدبخش جو در سال‌های زارعی ۸۱-۱۳۷۹ (به مدت دو سال) در هفت ایستگاه مناطق معتدل کشور شامل ایستگاه‌های تحقیقاتی کرج، کرمان، اصفهان، بیرجند، یزد، زرقان و نیشابور مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب بر روی عملکرد دانه تیمارها، اختلاف معنی‌دار برای اثر سال، مکان، اثر متقابل سال × مکان، ژنوتیپ و اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × مکان × سال نشان داد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان × سال جهت بررسی دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها و تعیین پایداری عملکرد آن‌ها از روش‌های مختلف تجزیه پایداری استفاده شد. پارامترهای پایداری واریانس محیطی (S_i^2)، ضریب تغییرات محیطی (CV_i)، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S_{di}^2)، اکووالانس (W_i^2)، واریانس پایداری (δ_i^2)، واریانس درون مکانی ($MS_{(Y/L)i}$)، ضریب تبیین (R_i^2)، میانگین رتبه ($\overline{R}$) و انحراف معیار رتبه(SDR) و اثر متقابل ناشی از نامتجانسی در مقدار ($SS_{(HV)i}$) و اثر متقابل ناشی از انحراف از همبستگی کامل و مثبت رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در محیط ($SS_{(IC)i}$) برای همه ژنوتیپ‌ها محاسبه شد. با توجه به معیارهای پایداری مورد استفاده ژنوتیپ‌های شماره ۴ (Trompillo/L.Moghan)، ۱۳ (Rihane -03) و ۱۵(Gustoe/Arar) در اغلب روش‌های مورد مطالعه، پایداری مطلوب‌تری را نشان دادند، که این سه ژنوتیپ برای معرفی، به برنامه‌های به زراعی و آزمایش‌های تحقیقی- تطبیقی پیشنهاد شدند.

واژه‌های کلیدی: جو، پایداری عملکرد، آماره‌های مختلف پایداری، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط.

این مقاله براساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی ۸۰۲۱٤-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

هر ساله در برنامه به نژادی جو آبی کشور لاین‌های امیدبخش جو در هر یک از اقلیم‌های گرم، معتدل و سرد انتخاب ودر دسترس می‌باشد. در انتخاب این لاین‌ها علاوه بر عملکرد و سایر صفات مهم مانند مقاومت به بیماری‌ها، آفات و تیپ زراعی مطلوب، باید به واکنش ژنوتیپ در محیط‌های مختلف (اثر متقابل ژنوتیپ × محیط) و پایداری عملکرد توجه نمود، بنابراین در راستای برنامه معرفی ارقام جدید جو، مطالعه و شناخت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با توجه به شرایط آب و هوایی مناطق مختلف کشور دارای اهمیت زیادی است. علاوه بر این واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها برای شرایط محیطی مختلف به ویژه زمانی که با تغییر در رتبه ژنوتیپی همراه است، شناسایی لاین‌های پایدار و برتر را محدود می‌نماید. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌تواند شرایطی را در گزینش ژنوتیپ‌های دارای اثر متقابل مثبت با مکان و شرایط محیطی معمول آن منطقه (بهره‌وری ازسازگاری خصوصی) یا ژنوتیپ‌های با تغییرات کم عملکرد (بهره‌وری از پایداری عملکرد) به وجود بیاورد (Annicchiarico, 2002).

بدون بررسی و شناخت اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نتیجه‌گیری از آزمایش‌های مختلف به زراعی و به نژادی اعتبار چندانی ندارد، زیرا عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف متفاوت است (Gauch, 1992). وجوداثر متقابل ژنوتیپ × محیط از پایداری ارقام کاسته و موجب کاهش بازده ارقام در برخی از محیط‌ها می‌شود. عکس‌العمل ژنوتیپ‌های مختلف معمولاً به دلیل پاسخ متفاوت ژن‌ها و یا قدرت تظاهر متفاوت آن‌ها در محیط‌های مختلف است (Fan *et al*., 2001). در صورت وجود اثر متقابل، ایجاب می‌کند که علاوه بر میزان عملکرد معیار پایداری ارقام نیز در معرفی آن‌ها مورد توجه قرار گیرد (Crossa, 1990).

برای بررسی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها روش‌های آماری مختلفی ارائه شده است. رومر (Roemer, 1917) از واریانس ارقام به عنوان معیاری برای پایداری استفاده کرد. فرانسیس و کاننبرگ(Francis and Kannenberg, 1978) برای تعیین پایداری ارقام از ضریب تغییرات یک واریته در بین تمام محیط‌های آزمایشی استفاده کردند تا همبستگی احتمالی بین میانگین و واریانس ارائه شده توسط رومر را در این روش حذف کنند. ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) علاوه بر شیب خط رگرسیون و متوسط عملکرد ارقام میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون را نیز در میزان پایداری ارقام مهم تلقی کردند. ریک (Wricke, 1962) سهم هر ژنوتیپ را در تشکیل مجموع مربعات اثر متقابل در همه محیط‌های آزمایشی به عنوان مقیاس پایداری معرفی نمود. شوکلا (Shukla, 1972) واریانس پایداری را که شکل تغییر یافته‌ای از معیار پایداری ریک است ارائه داد.

www.SID.ir

Archive of SID

لین و بینز (Lin and Binns, 1991) چهار مفهوم پایداری را برای پارامترهای پایداری تک متغیره ارائه کردند. به طور خلاصه بر اساس نظر این محققان رقم پایدار رقمی است که: واریانس بین محیطی آن کوچک (نوع یک پایداری)، شیب وایازی متوسط(۱ ~) (نوع دوم پایداری)، میانگین مربعات انحراف از رگرسیون تا حد امکان کوچک (نوع سوم پایداری) و میانگین مربعات بین سال‌ها یا تنوع درون مکانی آن کوچک باشد (نوع چهارم پایداری).

تغییر در بزرگی واریانس بین ژنوتیپ‌ها که به دلیل تغییر در رتبه نیست، تأثیری بر تصمیم‌گیری به نژادگر در گزینش پر عملکردترین ژنوتیپ‌ها ندارد (Tai, 1979). پی بردن به ماهیت اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بسیار مهم و ضروری است. با توجه به این که این اثر متقابل به دو صورت تغییر در مقدار یا تغییر در رتبه بروز می‌کند، می‌توان سهم هر یک از آن‌ها را در مجموع مربعات اثر متقابل تعیین کرد. موير و همکاران (Muir *et al*., 1992) بر اساس تصادفی بودن محیط‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را به دو بخش تفکیک کردند: ۱- مجموع مربعات اثر متقابل ناشی از نامتجانسی در مقدار (نه رتبه) که با $SS_{(HV)i}$ (Heterogeneous Variance) نشان داده می‌شود و ۲- اثر متقابل ناشی از انحراف از همبستگی ناقص و مثبت رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در محیط که با $SS_{(IC)i}$ (Incomplete Correlation) مشخص می‌شود. در واقع بخش اول تعیین‌کننده میزان حساسیت محیطی ژنوتیپ‌ها است و بخش دوم انحراف از همبستگی کامل جفت ژنوتیپ‌ها را به تغییردر رتبه نشان می‌دهد، به هر حال تفکیک اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به این دو بخش، اطلاعات بسیار مهمی را در خصوص توسعه روند اصلاحی فراهم می‌کند.

روش‌های غیرپارامتری متعددی به منظور تعیین پایداری ارقام پیشنهاد شده است که در اکثر آن‌ها ارقام هر محیط رتبه‌بندی شده و ژنوتیپی پایدار محسوب می‌شود که در کلیه محیط‌ها رتبه مشابهی داشته باشد. معیارهای غیرپارامتری دارای محاسنی در مقایسه با روش‌های پارامتری هستند. این روش‌ها بی نیاز از فرضیات نرمال و مستقل بودن داده‌ها یا یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی هستند، حساسیت کمتری در مقایسه با روش‌های پارامتری نسبت به خطا یا داده‌های پرت دارند، اضافه یا حذف کردن یک یا تعداد کمی از ژنوتیپ‌ها بر شاخص پایداری بی‌تأثیر است و تفسیر معیارهای غیرپارامتری راحت‌تر از معیارهای پارامتری است.

در عین حال روش‌های غیرپارامتری در مقایسه با روش‌های پارامتری از قدرت کمتری برخوردارند. زمانی که تعدادی ژنوتیپ در چند محیط بررسی می‌شوند و تعداد آن‌ها خیلی کم یا خیلی زیاد نباشد ریسک گزینش ژنوتیپ‌های ناپایدار به روش پارامتری کمتر است یا به

www.SID.ir

Archive of SID

عبارتی دیگر احتمال گزینش ژنوتیپ‌های کاملاً پایدار حد اکثر خواهد بود (Helms, 1993).

در روش‌های غیرپارامتری، ژنوتیپ‌ها به تفکیک در کلیه محیط‌ها برحسب عملکرد دانه رتبه‌بندی شده و سپس میانگین عملکرد و انحراف معیار هر ژنوتیپ با توجه به عملکرد آن محاسبه می‌شود. در این رتبه‌بندی به بالاترین مقدار عملکرد دانه عدد یک داده می‌شود و هر اندازه میانگین رتبه یک ژنوتیپ (R) در کلیه محیط‌ها به عدد یک نزدیک‌تر بوده و انحراف معیار (SDR) آن کمترین مقدار باشد، آن ژنوتیپ دارای پایداری عملکرد بیشتری است (Ketata, 1988).

مناطق دارای اقلیم معتدل در ایران با تولید بیش از یک میلیون تن محصول دانه جو (تقریباً معادل یک سوم کل تولید محصول دانه جو آبی و دیم)، با سطح زیر کشت حدود ۳۲۵ هزار هکتار (تقریباً معادل یک پنجم کل سطح زیر کشت) و میانگین تولید ۳/۲ تن در هکتار سهم به سزائی در تولید جو و علوفه کشور دارد. بنابراین تولید ارقام اصلاح شده با عملکرد و سازگاری بالا برای این اقلیم حائز اهمیت است.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین پایداری و ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ× محیط ارقام و لاین‌های امیدبخش جو، آزمایش مقایسه عملکرد یکنواخت سراسری منطقه معتدل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با بیست لاین و رقم (با احتساب دو شاهد) در چهار تکرار در هفت ایستگاه تحقیقاتی کرج، کرمان، اصفهان، زرقان، بیرجند، نیشابور و یزد برای مدت دو سال زراعی (۸۱-۱۳۷۹) اجرا شد. کرت‌های آزمایشی شامل دو پشته به طول شش متر بود. پهنای هر پشته ۶۰ سانتی‌متر و عرض هر کرت ۱/۲۰ متر بود. مساحت کاشت ۷/۲۰ مترمربع بود که پس از حذف نیم متر از بالا و پایین هر کرت مساحت برداشت هر کرت شش مترمربع بود. میزان بذر بر اساس ۳۵۰ دانه درهر مترمربع منظور شد و توزین بذر لازم برای کاشت در هر کرت با توجه به وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها انجام شد. در سال اجرای آزمایش عملیات تهیه زمین به طور معمول انجام شد. تعداد دفعات آبیاری مطابق نیاز گیاه با توجه به شرایط محیطی هر ایستگاه در نظر گرفته شد و در کلیه مناطق آبیاری به مقدار کافی برای تمام دوره رشد و نمو انجام شد. در پایان هرسال زراعی محصول کرت‌های آزمایشی به طور جداگانه برداشت و عملکرد دانه کرت‌ها اندازه‌گیری شدند. پس از جمع‌آوری اطلاعات کلیه ایستگاه‌ها محاسبات آماری آزمایش انجام شد. محاسبات آماری آزمایش به شرح زیر بود:

۱ـ تجزیه واریانس مرکب و آزمون F منابع تغییر بر اساس امید ریاضی میانگین مربعات با فرض تصادفی بودن مکان‌ها و سال‌ها و ثابت بودن ژنوتیپ‌ها و مقایسه میانگین مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها.

www.SID.ir

Archive of SID

۲ـ برای تعیین پایداری عملکرد دانه در ارقام و لاین‌های مورد بررسی از معیارهای پیشنهادی ابرهات‌و راسل(Eberhart and Russell,1966) با محاسبه ضریب خط رگرسیون (bi) و انحراف از خط رگرسیون (S_{di}^2)؛ اکووالانس ریک (Wricke, 1962) با محاسبه W_i^2 ؛ واریانس پایداری شوکلا(Shukla, 1972)با محاسبه σ_i^2؛ ضریب تغییرات پیشنهادی فرانسیس و کانبرگ (Francis and Kannenberg, 1978) با محاسبه CV_i؛ ضریب تبیین (R_i^2) طبق پیشنهاد پینتوس (Pinthus, 1973)؛ پارامتر پایداری تیپ چهار پیشنهادی لین و بینز (Lin and Binns, 1991) با محاسبه واریانس درون مکانی ($MS_{(Y/L)i}$) برای هر ژنوتیپ و محاسبه تفکیک اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به دو جزء اثر متقابل ناشی از نامتجانسی در مقدار ($SS_{(HV)i}$) و اثر متقابل ناشی از انحراف از همبستگی ناقص و مثبت. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها در محیط ($SS_{(IC)i}$) که با استفاده از روش موير و همکاران (Muir *et al*., 1992) محاسبه شد.

۳ـ محاسبه پایداری ارقام با استفاده از روش رتبه بندی (Rank method)

در این روش میانگین رتبه عملکرد ژنوتیپ‌ها (که براساس تعداد ۱٤ محیط برآورد شد) و نیز انحراف معیار رتبه (SDR) ژنوتیپ‌ها محاسبه شد و به عنوان معیاری غیرپارامتری در بررسی ارقام مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های ارزیابی شده جو

Table 1. Pedigree of evaluated barley genotypes

Genotype No.	Pedigree
1	Rihane
2	L.527/Nk 1272//Eneldo"S"
3	C.C.89/(Atem/Uni 80//Gloria"S"/Come"S")
4	Trompillo/L.Moghan
5	LB.Iran/Una 8271//Gloria"S"/3/Alm/Una/80//Gloria
6	Cln/80-5138//Gloria/Copal/3/Sen/4/....
7	Violeta/Mja
8	Milagrosa/Cardo//Quina
9	Boldo/Aloe//Quina
10	LB.Iran/Una 8271//Gloria/Come/3/.....
11	Carbo/Gustoe
12	L.527/Chn-01/6/UC566/5/M64-76/Bon//Jo/York/3/M5/
13	Rihane −03
14	Lignee 527/Rhn//Arar
15	Gustoe/Arar
16	Rhn/Lignee 527
17	Lignee 640/Bgs//Cel
18	ER/Apm//AC253
19	Hd/Aths//Pyo/DL70/3/Apm/5106/4/Api/EB489-8-2-15-
20	MB-73-6(Karoon / Kavir)

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

شجره ژنوتیپ‌های ارزیابی شده جو در جدول ۱ نشان داده شده است. به منظور بررسی وضعیت ارقام و لاین‌ها در مکان‌ها و سال‌های مختلف تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از هفت مکان و دو سال انجام شد. نتایج به دست آمده از تجزیه مرکب نشان داد که اثر سال، مکان، اثر متقابل سال× مکان، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × مکان × سال معنی‌دار بود (جدول ۲). معنی‌دار بودن اثر مکان و سال نشان‌دهنده اختلاف شرایط محیطی در مناطق و سال‌های مورد آزمایش بوده و معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ نشان‌دهنده اختلاف ژنتیکی در بین ارقام و لاین‌های مورد بررسی است. در تجزیه واریانس مرکب با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × مکان × سال می‌توان استنباط کرد که عملکرد ژنوتیپ‌ها در مکان‌ها و سال‌های مختلف دارای تغییراتی بوده و برای بررسی دقیق‌تر اثر متقابل و پیدا کردن ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایدار در شرایط محیطی مختلف باید تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط ایستگاه‌های مختلف

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های مختلف جو در مکان‌های مختلف طی دو سال

Table 2. Combined ANOVA for grain yield of barley genotypes in different locations during two years

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS	آزمونF
Year (Y)	سال	1	16.33	7.17*
Location (L)	مکان	6	223.39	98.12**
Y × L	سال × مکان	6	16.68	7.33**
YL (r-1)	تکرار در سال ومکان	42	2.28	4.75**
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	2.16	1.94*
G × L	ژنوتیپ × مکان	114	1.35	1.21^{ns}
G × Y	ژنوتیپ × سال	19	1.24	1.11^{ns}
G × L × Y	ژنوتیپ × سال × مکان	114	1.11	2.30**
E_b	اشتباه b	798	0.48	

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

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

آزمایش انجام شود. مقایسه میانگین مرکب ژنوتیپ‌ها در دو سال نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ۲۰، ۱۳، ٤، ۱، ۱۵ و ۱٦ به ترتیب با داشتن میانگین عملکرد ۵/۸۷ ، ۵/۸۵ ، ۵/۸۱ ، ۵/۸۰ ، ۵/۷٤ و۵/۷۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد را دارا بودند (جدول ۳)، که با توجه به این که ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۲۰ شاهد بودند و اختلاف معنی‌دار بین این شش ژنوتیپ برتر

www.SID.ir

Archive of SID

وجود نداشت، چهار لاین شماره ٤ ، ١٣ ، ١٥ و ١٦ مورد نظر قرار گرفتند. قبل از هرگونه انتخاب و توصیه لازم بود میزان پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش‌های تجزیه پایداری مشخص شود تا ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و پایدار شناسایی شوند. یکی از رایج‌ترین و ساده‌ترین روش‌های تجزیه پایداری روش رگرسیونی است. تجزیه واریانس عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها بر اساس روش ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) انجام و مشاهده شد که منابع تغییر ژنوتیپ، ژنوتیپ × محیط در سطح ٥٪ و ١٪ معنی‌دار است. معنی‌دار شدن واریانس محیط خطی حاکی از این است که تغییرات عملکرد محیط‌ها از روند خطی قابل توجهی برخوردار است. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط خطی معنی‌دار نشد که نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار ژنوتیپ‌ها از نظر شیب خط رگرسیون با یکدیگر است. مجموع مربعات انحراف از خط رگرسیون که جزئی از مجموع مربعات ژنوتیپ × محیط بوده و همان مجموع مربعات انحراف از خطی بودن کلیه ژنوتیپ (تلفیق شده) است معنی‌دار بود (جدول ٣). با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار شیب خط رگرسیون ژنوتیپ‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که همه ژنوتیپ‌ها دارای سازگاری عمومی بوده ولی هیچ یک سازگاری خصوصی ندارند. ژنوتیپ‌ها دارای سازگاری عمومی مطلوب، متوسط و ضعیف بودند. از بین ژنوتیپ‌هایی که شیبی نزدیک به یک داشتند، ژنوتیپ‌های شماره ٢٠، ١٣، ٤، ١، ١٥، ١٦، ١٨، ٥ و ١٧ با عملکرد بالاتر از میانگین کل (٥/٥٦٥ tha^{-1}) دارای سازگاری عمومی مطلوب بودند. از طرفی با توجه به این که انحراف از خط رگرسیون ژنوتیپ‌های شماره ٤، ١٣ و ١٥ کمتر از بقیه و ضریب تبیین آن‌ها نیز بالاتر بود می‌توان آن‌ها را واجد سازگاری عمومی مطلوب دانست (جدول٣). ضریب تبیین در واقع بخشی از تغییرات موجود در عملکرد یک ژنوتیپ را که علت برازش مدل است نشان می‌دهد و چنانچه ضریب تبیین پایین یا واریانس انحراف از خط رگرسیون بالا باشد مدل قادر به توصیف خوب داده‌ها نبوده و لذا نمی‌تواند معیار خوبی برای تشخیص پایداری واقعی ژنوتیپ‌ها محسوب شود. آقائی و همکاران (١٣٧٣) با استفاده از همین روش پایداری نه ژنوتیپ جو 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 غیرمعنی‌دار برتر از سایر ارقام دانستند. قزوینی (١٣٧٥) نیز این روش را در مقایسه با روش میانگین مربعات درون مکانی (Lin and Binns, 1991) روش مناسب‌تری برای مطالعه پایداری گزارش کرده است .

پارامترهای پایداری اکووالانس ریک W_i^2 (Wricke, 1962) و واریانس (σ_i^2) شوکلا (Shukla, 1972) در جدول ٣ آورده شده است. ژنوتیپ‌های شماره ٤، ١٠، ١٢، ١٤ و ١٥ با کمترین اکووالانس و واریانس پایداری شوکلا

www.SID.ir

Archive of SID

جزء پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند که در این میان ژنوتیپ‌های شماره ٤ و ۱۵ به علت بالاتر بودن عملکردشان از میانگین کل مطلوب‌تر هستند. این ژنوتیپ‌ها برای گزینش و ورود به برنامه‌های بعدی و توصیه به کشاورزان مناسب هستند. ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۸ و ۱۹ به دلیل بالا بودن این دو پارامتر جزء ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. قزوینی و یوسفی (۱۳۷۸) به منظور تعیین پایداری عملکرد و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط تعداد ۱۹ رقم و لاین امیدبخش جو را طی سه سال و در هشت مکان (ایستگاه منطقه گرم) مورد بررسی قرار داده و با استفاده از روش‌های مختلف تجزیه پایداری، ژنوتیپ شماره ۵ (تروپی) را برای منطقه گرم جنوب و ژنوتیپ ۱۸ (صحرا) را برای منطقه گرم شمال معرفی کردند. مقادیر واریانس محیطی(S_i^2) و ضریب تغییرات محیطی (CV_i) برای هر ژنوتیپ در جدول ۳ آورده شده است. به طوری که مشاهده می‌شود ژنوتیپ‌های شماره ۱، ٤، ۵، ٦، ۱۰، ۱۳، ۱٤، ۱۷ و ۲۰ با کمترین مقدار واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی پایدارترین ژنوتیپ‌ها در این روش شناسائی شدند که در این میان ژنوتیپ‌های شماره ٤، ۵ و ۱۳ با داشتن عملکرد بالاتر از میانگین کل مطلوب هستند (شماره‌های ۱ و ۲۰ شاهد هستند). ضعیفی‌زاده و همکاران (۱۳۷۵) پایداری بیست ژنوتیپ گندم بهاره را با شش روش پایداری در چهار منطقه طی سه سال بررسی نمودند و روش ضریب تغییرات (CV) را روش مناسب جهت تعیین پایداری دانستند و بر اساس آن ارقام تجن و اترک را به عنوان ارقام پر محصول و دارای سازگاری بیشتر برای اقلیم گرم و مرطوب شمال معرفی و توصیه کردند.

روش واریانس درون مکانی لین و بینز (Lin and Binns, 1991) پایدارترین ژنوتیپ‌ها را ژنوتیپ‌های شماره ٤، ۵، ۱۳، ۱٤ و ۱۸ تشخیص دادکه به دلیل عملکرد بالاتر از میانگین و مقدار کمتر واریانس درون مکانی ($MS_{(Y/L)i}$)ژنوتیپ‌های شماره ٤و۵ مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها تشخیص داده شدند و ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۷، ۱۱ و ۲۰ به عنوان ناپایدارترین شناخته شدند (جدول ۳). روستائی و همکاران (۱۳۷۵)به منظور گزینش ارقام پایدار و پر محصول گندم و جو در دیم‌زارهای کشور از بین پارامترهای پایداری، پارامتر نوع چهارم (واریانس درون مکانی) لین و بینز (Lin and Binns, 1991) رابه دلیل وراثت‌پذیر بودن و اکووالانس ریک (Wricke, 1962) و واریانس شوکلا (Shukla, 1972) را به خاطر گزینش ارقام پایدار و پر محصول به عنوان معیارهای مناسب توصیه کردند.

نتایج حاصل از ارزیابی ژنوتیپ‌ها با دو آماره غیرپارامتری میانگین رتبه ($\overline{R}$) و انحراف معیار رتبه (SDR) نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ٤، ۱۳، ۱۵، ۲۰ و ۱ با دارا بودن کمترین مقدار میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند که در این میان سه ژنوتیپ شماره ٤، ۱۳ و ۱۵ (۱ و ۲۰

www.SID.ir

Archive of SID

شاهد) قابل توصیه هستند. در این روش سه ژنوتیپ شماره ۲، ۱۱ و ۱۹ به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند (جدول ۳). فتاحی (۱۳۷۷) به منظور بررسی پایداری لاین‌های جو در مناطق معتدل آزمایشاتی طی سه سال در هشت مکان با ۱۹ ژنوتیپ انجام دادند، که نتایج حاصل از تجزیه پایداری با روش‌های مختلف پارامتری و غیرپارامتری در مجموع ژنوتیپ شماره ٦ (Karoon/Kavir) را به عنوان پایدارترین و پر محصول‌ترین ژنوتیپ معرفی کرد.

بر اساس روش موير و همکاران (Muir *et al*., 1992) مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به دو بخش ناشی از نامتجانسی واریانس $SS_{(HV)i}$ و همبستگی ناقص $SS_{(IC)i}$ تفکیک شد (جدول ٤). تفکیک مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای هر ژنوتیپ به دو بخش $SS_{(HV)i}$ و $SS_{(IC)i}$ نشان داد که ۹۳/۵۲٪ از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را بخش $SS_{(IC)i}$ و ٦/٤۸٪ آن را بخش $SS_{(HV)i}$ تشکیل می‌دهد، بنابراین قضاوت بر مبنای مجموع مربعات $SS_{(IC)i}$ می‌تواند ابزار مطمئن‌تری برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها فراهم کند. تفکیک اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نشان داد که ژنوتیپ‌های شماره ٤، ۱۰، ۱۲، ۱٤ و ۱۵ با داشتن کمترین مقدار $SS_{(IC)i}$ دارای بیشترین پایداری هستند که در بین آن‌ها دو ژنوتیپ شماره ٤ و ۱۵ با داشتن عملکرد بالاتر از میانگین مطلوب تشخیص داده شدند و ژنوتیپ‌های شماره ۷ و ۱۸ با بیشترین سهم در بیان $SS_{(IC)i}$ جزء ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند (جدول ٤). محمدی نژاد (۱۳۸۱)در تفکیک اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به کمک روش موير و همکاران (Muir *et al*., 1992) در ارقام یولاف نشان دادند که ۹۰/۱۳٪ از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را بخش $SS_{(IC)i}$ و ۹/۸۷٪ آن را بخش $SS_{(HV)i}$ تشکیل می‌دهد.در آزمایشی که توسط مرتضویان (۱۳۸۳) به منظور تعیین پایداری هیبریدهای ذرت انجام شد، نشان داده شد که ۹۷/۷۱٪ از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را بخش $SS_{(IC)i}$ و ۲/۲۹٪ آن را بخش $SS_{(HV)i}$ تشکیل می‌دهد که در این میان هیبرید SC76 با داشتن کمترین مقدار $SS_{(IC)i}$ و بیشترین مقدار $SS_{(HV)I}$ به عنوان ژنوتیپ مطلوب شناخته شد.

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق در مجموع ژنوتیپ شماره ٤ (Trompillo/L.Moghan) را به عنوان پایدارترین و مطلوب‌ترین ژنوتیپ معرفی و در مرحله بعدی ژنوتیپ‌های شماره ۱۳ (Rihane-03) و ۱۵ (Gustoe/Arar) مناسب تشخیص داده شدند.

از آن جائی که لاین‌های مورد مطالعه در چند سیکل متوالی (مقدماتی، پیشرفته و امیدبخش) انتخاب و آن هم برای همین مکان‌ها و اقلیم، بنابراین ممکن است که تنوع کافی در بین آن‌ها مخصوصاً از نظر عملکرد وجود

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- واریانس نامتجانسی جهت تفکیک اثر تغییر در مقدار و تغییر در رتبه ژنوتیپ‌های جو

Table 4. Heterogeneous Variance($SS_{(HV)i}$) and Incomplete Correlation ($SS_{(IC)i}$) in barley genotypes

Genotype No.	$SS(HV)_i$	(%)	SS(IC)	(%)	SS(GE)	(%)
1	0.233	4.73	3.861	5.43	4.095	5.38
2	0.128	2.60	3.033	4.26	3.161	4.15
3	0.261	5.29	3.444	4.84	3.705	4.87
4	0.125	2.54	2.674	3.76	2.799	3.68
5	0.144	2.92	3.252	4.57	3.396	4.46
6	0.554	11.22	3.616	5.08	4.170	5.48
7	0.307	6.22	6.288	8.84	6.595	8.67
8	0.123	2.50	3.545	4.98	3.668	4.82
9	0.233	4.73	3.788	5.32	4.021	5.28
10	0.215	4.36	2.522	3.54	2.737	3.60
11	0.170	3.45	4.107	5.77	4.277	5.62
12	0.128	2.59	2.459	3.46	2.587	3.40
13	0.128	2.59	3.335	4.69	3.463	4.55
14	0.444	8.99	2.256	3.17	2.700	3.55
15	0.294	5.95	2.763	3.88	3.057	4.02
16	0.148	3.00	3.960	5.56	4.108	5.40
17	0.401	8.13	3.256	4.57	3.657	4.81
18	0.168	3.41	4.919	6.91	5.087	6.68
19	0.591	11.97	4.226	5.94	4.817	6.33
20	0.139	2.81	3.865	5.43	4.004	5.26
Total	4.934	6.48	71.168	93.52	76.104	100.00

نداشته باشد، ولی از نظر صفات دیگر مانند زودرسی و مقاومت به خوابیدگی ژنوتیپ‌های انتخابی نسبت به شاهد برتر باشند. ژنوتیپ شماره ٤ حدود ۱۰-۷ روز و دو ژنوتیپ دیگر پنج روز زودرس‌تر از شاهد بودند، از طرفی نتایج حاصل از مطالعات مختلف بیانگر آن است که افزایش تنوع موجب افزایش ثبات و پایداری تولید می‌شود که این امر در ارتباط با ممانعت از گسترش و همه‌گیری آفات و بیماری‌ها و تا حدودی تنش‌های غیرزنده قابل توجیه است. بر این اساس چنین به نظر می‌رسد که اولویت کشت یک رقم در یک منطقه نه فقط از دیدگاه برتری عملکرد بلکه از جهت افزایش تنوع و کمک به ثبات و حفظ پایداری عملکرد نیز قابل توجیه باشد و این امر نکته‌ای است که باید از سوی به نژادگر در خصوص معرفی ارقام جدید مد نظر قرار گیرد.

در بین روش‌های تجزیه پایداری مورد استفاده، معیارهای پیشنهادی ابرهات و راسل (Eberhart and Russell,1966) و روش غیرپارامتری رتبه‌بندی میانگین عملکرد ($\overline{R}$) و انحراف معیار هر ژنوتیپ (SDR)، به دلیل متمایز کردن پایدارترین ژنوتیپ‌ها با بالاترین مقدار عملکرد دانه به عنوان مناسب‌ترین روش‌ها در این تحقیق شناخته شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده **References**

آقائی، 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. صفحه ۱۵۰.

روستائی، م.، مقدم، م.، و محفوظی، س. ۱۳۷۵. مقایسه روش‌های برآورد پارامتر های پایداری برای انتخاب در ارقام پایدار و پر محصول گندم و جو در دیمزارهای ایران. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۲۵۲.

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 ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۲۶۳.

فتاحی، ف. ۱۳۷۷. بررسی روش AMMI و مقایسه آن با سایر روش‌ها در تعیین پایداری ارقام جو. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه تربیت مدرس.

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

قزوینی، ح.، و یوسفی، ا. ۱۳۷۸. بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام پیشرفته جو در اقلیم‌های گرم کشور. مجله علوم زراعی ایران ۱(٤): ٤١-۲۹.

محمدی‌نژاد، ق. ۱۳۸۱. مقایسه پارامترهای مختلف پایداری در ارقام یولاف. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه صنعتی اصفهان.

مرتضویان، س. ع. ۱۳۸۳. بررسی روش AMMI و مقایسه آن با سایر روش‌ها در تعیین پایداری هیبریدهای ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشگاه تهران.

Annicchiarico, P. 2002. Genotype × Environment Interaction. Food and Agriculture Organization of the United Nation, Rome.

Crossa, J. 1990. Statistical analysis of multilocation trials. Advances in Agronomy 44: 55-85.

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

Fan, L. J., Hu, B. M., Shi, C. H., and Wu, J. G. 2001. A method of choosing locations based on genotype × environment interaction for regional trials of rice. Plant Breeding 120: 139-142.

www.SID.ir

Archive of SID

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

Gauch, H. G. 1992. Statistical Analysis of Regional Yield Trials: AMMI Analysis of Factorial Designs. Elsevier, Amsterdam.

Helms, T. 1993. Selection for yield and stability among oat lines. Crop Science 33: 423-426.

Ketata, H. 1988. Genotype and environment interaction. Proceedings, Biometrical Techniques for Cereal Breeders.ICARDA. Aleppo. Syria: pp. 16-32.

Lin, C. S., and Binns, M. R. 1991. Genetic properties of four types of stability parameter. Theoretical and Applied Genetics 82: 505-509.

Muir, W., Nyquist, W. E., and Xu, S. 1992. Alternative partitioning of the genotype by environment interaction. Theoretical and Applied Genetics 84: 193-200.

Pinthus, M. J. 1973. Estimate of genotypic value: A proposed method. Euphytica 22: 121-123.

Roemer, T. 1917. Sind die ertragsreichen sorten ertragssichers? Mitt. DLG. 32: 87-89.

Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspect of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity 29: 237-245.

Tai, G. C. C. 1979. Analysis of genotype environment interaction of potato yield. Crop Science 19: 434-438.

Wricke, G. 1962. Uber eine methods zur erfassung der okologschen streubreite in feld versuchen. Z. Pflanzenzucht 47: 92-96.

آدرس نگارندگان:

حمیدرضا نیکخواه و احمد یوسفی- بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.

مهرداد محلوجی، محسن آرزمجو، ذبیح الله راوری، محمد شریف الحسینی، محمدابراهیم پژومند و یدالله مروتی- به ترتیب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، خراسان (بیرجند)، کرمان، خراسان رضوی، فارس و یزد.

www.SID.ir