"مجله علوم زراعی ایران"
جلد سیزدهم، شماره ۳ پاییز ۱۳۹۰

تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های امید بخش گندم دوروم در اقلیم گرم و خشک جنوب ایران
Stability analysis for grain yield of promising durum wheat genotypes in southern warm and dry agro-climatic zone of Iran

مجید حاجی محمد علی جهرمی[۱]، منوچهرخدارحمی[۲]، علیرضا محمدی[۳] و عبداله محمدی[۴]

چکیده

حاجی محمد علی جهرمی، م. م. خدارحمی، ع.ر. محمدی و ع. محمدی. ۱۳۹۰. تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های امید بخش گندم دوروم در اقلیم گرم و خشک جنوب ایران. **مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۳): ۵۷۹-۵۶۵ .**

به منظور تعیین پایداری و عکس العمل ژنوتیپ‌های امید بخش گندم دوروم در اقلیم گرم و خشک جنوب ایران، ۱۸ ژنوتیپ امید بخش گندم دوروم در مناطق خرم‌آباد، اهواز، داراب، دزفول و زابل به همراه دو رقم شاهد کرخه و چمران (گندم نان)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار و دو سال زراعی متوالی (۱۳۸۸-۱۳۸۶) ارزیابی شدند. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، هشت آماره پایداری (S_i^2، CV_i، σ_i^2، W_i^2، $MS_{y/l}$، $CV_{y/l}$، YS_i و ASV) مورد محاسبه قرار گرفتند. براساس آماره‌های یاد شده و نمودارهای سه‌بعدی حاصل از آماره‌های تیپ یک، دو و چهار، ژنوتیپ‌های ۱، ۳، ۵، ۱۴ و ۱۷ در اکثر روش‌ها، درجات مختلفی از پایداری عمومی را نشان دادند. از بین این ژنوتیپ‌ها نیز، ژنوتیپ‌های ۵ (NUS/SULA//5*NUS/4/SULA/RBCE_2/3/HUI//CIT71/CII) و ۱۴ (CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1) به ترتیب با میانگین عملکرد ۵۹۲۶ و ۵۹۱۲ کیلوگرم در هکتار، بر اساس کلیه روش‌ها پایدار شناخته شدند و رتبه‌های مناسب پایداری عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمایش، در بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی، این دو ژنوتیپ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها برای اقلیم گرم و خشک جنوب ایران شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ× محیط، تجزیه پایداری، گندم دوروم و نمودار سه بعدی.

Archive of SID

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۶/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۰/۲۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج (مکاتبه کننده)(پست الکترونیک: jahromi_agri@yahoo.com)
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
۳- مربی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

www.SID.ir

مقدمه

گندم دوروم یا گندم ماکارونی (*Triticum turgidum* var. *durum* Desf.)، (AABB, 2n=4x=28) یک محصول غذایی با اهمیت به شمار می‌رود. خصوصیات گلوتن سنگین، خمیر غیر چسبنده و سنگین، این نوع گندم را برای تهیه محصولات خمیری از جمله ماکارونی و اسپاگتی مناسب ساخته است (Fbriani and Lintas, 1988). بنابر گزارش وزارت کشاورزی ایالات متحده آمریکا تولید جهانی گندم دوروم در سال ۲۰۰۹ معادل ۳۱/۹ میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۱۳/۳ میلیون هکتار و میانگین عملکرد آن ۲۳۸۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (USDA, 2009).

ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط اطلاعات ارزشمندی در رابطه با عملکرد ارقام گیاهی در محیط‌های مختلف فراهم می‌کند و نقش مهمی در ارزیابی پایداری عملکرد مواد اصلاحی دارد. ژنوتیپ‌های پایدار، عکس‌العمل‌های مشابهی را در محیط‌های مختلف نشان می‌دهند (Karadavut *et al.*, 2010)، اما اثر متقابل ژنوتیپ × محیط باعث می‌شود که عملکرد ارقام تحت تاثیر محیط قرار گرفته و منجر به تفاوت عملکرد ارقام در محیط‌های مختلف شود (Scapim *et al.*, 2000). یکی از عوامل کند بودن روند اصلاح و معرفی ارقام در مناطق مختلف، وجود این نوع اثرها است (Kang, 1998). از آنجایی که تجزیه واریانس مرکب فقط اطلاعاتی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط فراهم می‌کند، بنابراین محققان روش‌های گوناگونی را برای تجزیه پایداری پیشنهاد داده‌اند. از جمله این روش‌ها عبارتند از روش رگرسیونی ییتز و کوکران (Yates and Cochran, 1938)، فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963)، ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966)، واریانس محیطی (S_i^2) رومر (Romer, 1917)، ضریب تغییرات (CV_i) فرانسیس و کانبرگ (Francis and Kanenberg, 1978)، اکووالانس (w_i^2) ریک (Wricke, 1962)، واریانس پایداری (σ_i^2) شوکلا (Shukla, 1972)، میانگین مربعات سال‌های درون مکانی ($MS_{Y/L}$) لین و بینز (Lin and Binns,1988)، روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری (YS_i) کانگ (Kang, 1993) و روش چند متغیره اثرهای اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (Additive Main Effects and Multiplication Interaction) (Gauch and Zobel, 1988). پورچیس و همکاران (Purchase *et al*, 2000) پارامتر ارزش پایداری AMMI (AMMI Stability Value) یا ASV را ارائه نمودند که یکی از پارامترهای جدید AMMI بوده و بر اساس نمرات $IPCA_1$ و $IPCA_2$ مدل AMMI برای هر ژنوتیپ می‌باشد. آکورا و همکاران (Akcura *et al.*, 2006) به منظور تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم از پارامترهای ضریب رگرسیون b_i، انحراف از خط رگرسیون S_{di}^2، ضریب تشخیص R_i^2، واریانس پایداری شوکلا σ_i^2، اکووالانس ریک W_i^2، واریانس محیطی S_i^2، ضریب تغییرات CVi و پارامترهای پایداری λ_i و β_i روش تای (Tai, 1971) استفاده کردند. آنها برای برآورد ژنوتیپ‌های پایدار نیز از نمودار سه بعدی عملکرد به همراه پارامترهای یاد شده استفاده کردند و در نهایت پنج ژنوتیپ را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی نمودند که از بین آنها دو ژنوتیپ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها گزارش شدند. محمدی و همکاران (Mohammadi *et al.*, 2009) در ارزیابی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم دیم نشان دادند که همبستگی بسیار بالایی بین رتبه ژنوتیپ‌ها بر اساس روش‌های GGEbiplot، عملکرد- پایداری (YS_i) و عملکرد- رگرسیون (Yb_i) وجود دارد. آنها اظهار داشتند آماره‌های YS_i و Yb_i می‌توانند جایگزین مناسبی برای روش GGEbiplot باشند. زالی و همکاران (Zali *et al.*, 2009) به منظور تجزیه پایداری

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ‌های نخود از پارامترهای ضریب تغییرات، واریانس محیطی، اکووالانس ریک، واریانس شوکلا، انحراف معیار رتبه، میانگین رتبه، روش گزینش همزمان و پارامتر ASV مدل AMMI استفاده کردند و بیان داشتند که پارامتر ارزش پایداری AMMI (ASV) به دلیل سادگی تفسیر و توجیه بالای دو مولفه اصلی اول، روش مناسب و قدرتمندی در تجزیه پایداری نسبت به سایر روش‌ها محسوب می‌شود. نجفیان و همکاران (Najafian *et al.*, 2010) با بررسی روابط سازگاری بین ژنوتیپ‌های گندم هگزاپلوید در نه منطقه معتدل نشان دادند که تجزیه AMMI روش مفیدی برای تجزیه پایداری و تعیین سازگاری ژنوتیپ‌ها می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و تعیین پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های امید بخش گندم دوروم در اقلیم گرم و خشک جنوب ایران بوده‌است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق ۱۸ ژنوتیپ امید بخش گندم دوروم در مناطق خرم‌آباد، اهواز، داراب، دزفول و زابل (جدول ۱) به همراه دو رقم شاهد کرخه و چمران (گندم نان) (جدول۲)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی دو سال زراعی متوالی (۱۳۸۸-۱۳۸۶) ارزیابی شدند. هر کرت شامل ۶ خط ۶ متری و به فاصله ۲۰ سانتیمتر (۷/۲ متر مربع) در نظر گرفته شد. پس از تهیه زمین کاشت بذر با استفاده از بذرکار مخصوص آزمایشی (وینتراشتایگر) انجام گرفت. مقدار بذر مصرفی بر مبنای ۴۵۰ دانه در متر مربع در نظر گرفته شد. کشت به صورت جوی و پشته و آبیاری به صورت نشتی انجام گرفت. مقدار کود لازم بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه‌های بخش تحقیقات خاک و آب هر منطقه تعیین شد. همچنین کود نیتروژن از منبع اوره، کود پتاس از منبع سولفات پتاسیم وکود فسفر نیز از منبع فسفات آمونیوم تأمین و بطور یکنواخت به کرت‌های آزمایشی اضافه گردید. کلیه کودها بجز نیتروژن قبل از کاشت و در هنگام تهیه زمین مورد استفاده قرار گرفتند، کود نیتروژن نیز در مراحل پنجه‌زنی، ظهور سنبله و دانه‌بندی به صورت سرک مصرف گردید. در مرحله پنجه‌زنی از علف‌کش‌های پوماسوپر و گرانستار به ترتیب به میزان ۱/۵ لیتر و ۲۰ گرم در هکتار توأم با وجین دستی برای مبارزه با علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ استفاده شد. در طول فصل رشد و نمو گیاه، عملیات زراعی بطور مرتب انجام گردید و یادداشت برداری لازم از صفات مورد نظر به عمل آمد. در پایان هر سال زراعی و پس از رسیدن محصول، عملیات برداشت با استفاده از کمباین آزمایشی انجام گرفت. برای این کار بوته‌های ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت حذف و بقیه (۶ متر مربع) برداشت گردید. پس از تعیین عملکرد دانه هر ژنوتیپ، تجزیه واریانس ساده در هر سال و هر مکان انجام شد. سپس با انجام آزمون بارتلت و اثبات یکنواختی واریانس خطاها، تجزیه واریانس مرکب با فرض ثابت بودن اثر ژنوتیپ‌ها و تصادفی بودن اثر سال و مکان انجام گردید. برای بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها از پارامترهای پایداری واریانس محیطی (Romer, 1917)، ضریب تغییرات (Francis and Kannenberg, 1963)، اکووالانس ریک (Wrick, 1962)، واریانس پایداری (Shukla, 1972)، معیار گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری (Kang, 1993) و پارامتر ارزش پایداری AMMI (ASV) استفاده شد. به منظور مطالعه پارامتر ارزش پایداری AMMI (ASV) رابطه زیر مورد استفاده قرار گرفت (Purchase *et al.*, 2000):

$$ASV_i = \sqrt{\left[\frac{SS_{IPCA\,1}}{SS_{IPCA\,2}}\left(IPCA_1 score\right)\right]^2 + \left(IPCA_2 score\right)^2} \quad (1)$$

در رابطه فوق SS_{IPCA_1} و SS_{IPCA_2} به ترتیب مجموع مربعات مولفه‌های اصلی اثر متقابل اول و دوم، $IPCA_1$ و $IPCA_2$ به ترتیب مقدار مولفه اصلی اول و دوم اثر متقابل برای هریک از ژنوتیپ‌ها می‌باشند. برای محاسبه واریانس درون مکانی لین و بینز

www.SID.ir

جدول ۱- ویژگی‌های جغرافیایی و هواشناسی مکان‌های آزمایشی

Table 1. Meteorological and geographical parameters for the experiment sites

Location	مکان	ارتفاع Elevation (m)	میانگین بارش سالیانه Average of annual precipitation (mm)	میانگین دمای سالیانه Average of annual temprature (^{O}C) حداکثر Min.	حداقل Max.	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude
Khoramabad abad	خرم آباد	1125	509	9.1	25.2	33°:29´	48°:22´
Ahvaz	اهواز	22.5	213.4	17.6	32.9	31°:20´	48°:40´
Dezful	دزفول	143	404.6	15.9	32.2	32°:24´	48°:23´
Zabol	زابل	489.2	61	14.6	29.5	31°:20´	61°:29´
Darab	داراب	1098.2	292.7	14.4	29.7	28°:47´	54°:17´

Source: Iran Meteorological Organization, (http://www.weather.ir/)

منبع: سایت سازمان هواشناسی ایران

جدول ۲- شماره ژنوتیپ و شجره ژنوتیپ‌های گندم

Table 2. Entry number and wheat genotypes pedigree

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	شجره pedigree	ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	شجره pedigree
1	SRN_2//YAVAUS/HUI/3/DUSKY_10/4/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1	11	SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1
2	SILVER/3/RUFF/FGO//YAV79/4/AJAIA/5/ADAMAR/6/NETTA_1/GAN	12	D86135/ACO89//PORRON_4/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1
3	AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/POD_9/4/RASCON_37/TARRO_2//RASCON_37	13	INTER_16/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1
4	DIPPER/LOTUS_5//ALTAR 84/3/SOOTY_9/RASCON_37	14	CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1
5	NUS/SULA//5*NUS/4/SULA/RBCE_2/3/HUI//CIT71/CII	15	DUKEM_12/2*RASCON_21/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1
6	TARRO_1/TISOMA_2//TARRO_1/3/COMB DUCK_2/ALAS//4*COMB DUCK_2/4/SHAG_9/BUTO_17	16	ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR 84/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1
7	PLATA_1/SNM//PLATA_9/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1	17	MINIMUS/COMB DUCK_2//CHAM_3/3/FICHE_6/4/MOJO/AIRON
8	CADO/BOOMER_33	18	SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89
9	LIRO_3/LOTAIL_6	19	Karkhe (Check1)
10	FOCHA_1/AJAIA/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1	20	Chamran (Check 2)

Archive of SID

www.SID.ir

(Lin and Binns, 1988) ابتدا برای هر ژنوتیپ واریانس مربوط به سال‌های داخل هر مکان محاسبه گردید و با میانگین‌گیری از این واریانس‌ها در همه مکان‌ها، میانگین واریانس‌های درون مکانی برای هر ژنوتیپ محاسبه گردید. برای بدست آوردن ضریب تغییرات درون مکانی از واریانس درون مکانی جذر گرفته شد و با تقسیم کردن بر میانگین، بر حسب درصد بیان گردید. جهت تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

آزمون یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت انجام گرفت. نتایج نشان‌دهنده همگن بودن واریانس‌ها بود و تجزیه واریانس مرکب داده‌ها انجام شد (جدول۳). برای پنج مکان در مجموع دو سال، اثر سال و مکان معنی‌دار نبود. اثر متقابل سال × مکان معنی‌دار بود، یعنی میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در مکان‌ها از سالی به سال دیگر تفاوت داشته است. با توجه به معنی‌دار نبودن اثر سال و مکان، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها روی محیط‌ها انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). معنی‌دار بودن اثر محیط بدین معنی است که میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف متفاوت بوده است. بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نشان‌دهنده عملکرد متفاوت ژنوتیپ‌ها از محیطی به محیط دیگر بود. با توجه به وجود اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط، تجزیه واریانس معمولی قادر به توجیه پایداری ژنوتیپ‌ها نمی‌باشد، بنابراین لازم است با استفاده از روش‌های آماری، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط تجزیه و بررسی شود، تا بتوان ژنوتیپ‌های پایدار را معرفی نمود.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم در پنج مکان و دو سال (۱۳۸۸- ۱۳۸۶)

Table 3. Combine analysis of variance for grain yield of durum wheat genotypes in five locations and two years (2007-2009)

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)
Environment	محیط	9	116.499**
Year	سال	1	86.862 ns
Location	مکان	4	163.162 ns
Year × Location	سال × مکان	4	77.245**
Error 1	اشتباه آزمایشی ۱	20	0.891
Genotype	ژنوتیپ	19	0.896 ns
Genotype × Environment	ژنوتیپ × محیط	171	0.992**
Genotype × Year	ژنوتیپ × سال	19	0.921 ns
Genotype × Location	ژنوتیپ × مکان	76	1.019 ns
Genotype × Year ×Location	ژنوتیپ × سال × مکان	76	0.982 **
Error 2	اشتباه آزمایشی ۲	380	0.567
CV(%)	ضریب تغییرات		12.986

ns: Not significant — ns: غیر معنی‌دار

**: Significant at 1% probability level — **: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

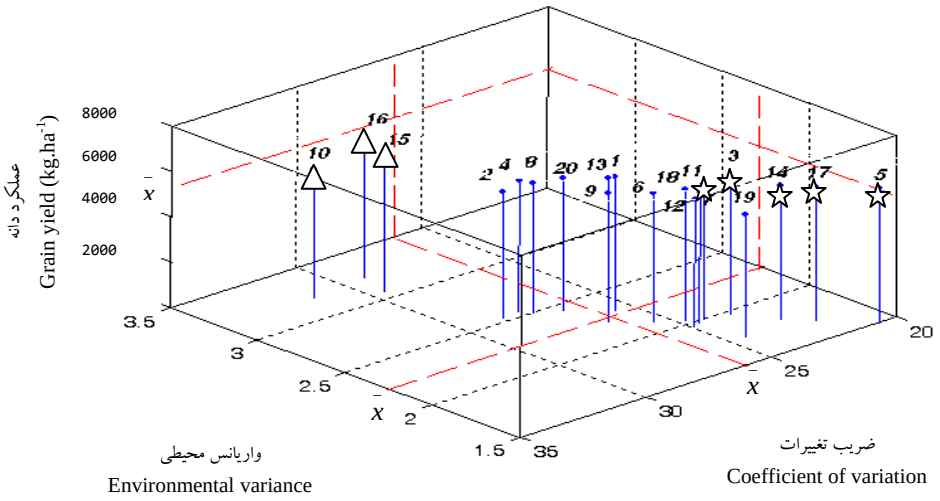
ضریب تغییرات و واریانس محیطی

با توجه به اینکه ضریب تغییرات (CV_i) و واریانس محیطی (S_i^2) در تیپ یک قرار دارند و به علت شباهت نزدیک رتبه‌ای این دو پارامتر (جدول ۴)، به

Archive of SID

www.SID.ir

منظور ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌ها از نمودار سه بعدی این دو پارامتر به همراه میانگین عملکرد استفاده شد (شکل ۱). با توجه به شکل ۱، ژنوتیپ‌های ۵، ۱۷ و ۱۴ در هر دو روش به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا شناخته شدند. بعد از این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های ۳ و ۱۱ با میزان پایداری کمتر در ناحیه پایدار قرار گرفتند. اگرچه ژنوتیپ ۱۹ (رقم کرخه) در روش واریانس محیطی رتبه ۳ را از نظر کمترین میزان واریانس دارا بود، اما به علت نداشتن عملکرد مطلوب مورد گزینش قرار نگرفت (جدول ۴). ژنوتیپ ۲۰ (رقم چمران) نیز در هر دو روش با داشتن رتبه ۱۴ در جایگاه مناسبی از نظر پایداری قرار نگرفت. با توجه به شکل ۱ ژنوتیپ‌های شماره ۱۰، ۱۵ و ۱۶ به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. سوقی و همکاران (Soughi *et al.*, 2009)، در بررسی پایداری عملکرد لاین‌های امید بخش گندم نان در اقلیم گرم و مرطوب شمال ایران از روش‌های مختلفی از جمله روش ضریب تغییرات و واریانس محیطی استفاده کردند و ۵ ژنوتیپ پایدار را معرفی نمودند.



شکل ۱- نمودار سه بعدی پارامترهای پایداری واریانس محیطی، ضریب تغییرات در برابر میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Fig. 1. Three-dimensional plot of environmental variance and coefficient of variation stability parameters versus the genotypic mean response in durum wheat genotypes

☆: Stable genotype △: Very unstable genotype ☆: ژنوتیپ‌های پایدار △: ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها

واریانس پایداری و اکووالانس ریک

آماره‌های واریانس پایداری شوکلا (σ_i^2) و اکووالانس ریک (w_i^2) بیانگر پایداری نوع دوم لین و همکاران (Lin *et al.*, 1986) می‌باشند. بر اساس نتایج بدست آمده از واریانس پایداری شوکلا (σ_i^2)، ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۱۴، با توجه به دارا بودن مقادیر پایین و غیر معنی‌دار واریانس شوکلا و عملکرد بالاتر از میانگین کل، جزء ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند (جدول ۴ و شکل ۲). عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون F برای این آماره حاکی از آن است که این ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، واریانس‌های متفاوتی نداشته و در نتیجه ژنوتیپ‌های پایداری محسوب می‌شوند. بعد از دو ژنوتیپ فوق (۵ و ۱۴)، ژنوتیپ‌های ۱۶، ۱، ۱۷، ۱۳، ۳ و ۱۱ به ترتیب با دارا بودن کمترین مقدار واریانس، جزء ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا شناخته شدند، اما پایداری این ژنوتیپ‌ها کم‌تر بود، زیرا رتبه‌های مناسبی را از نظر پایداری نداشتند. ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ (رقم چمران) و ۸ به ترتیب با دارا بودن

www.SID.ir

جدول ۴ – میانگین عملکرد دانه و پارامترهای مختلف پایداری به همراه رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Table 4. Mean grain yield, different stability parameters and ranks of durum wheat genotypes

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	میانگین عملکرد دانه Mean Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	رتبه R	واریانس محیطی رومر S_i^2 رومر	رتبه R	ضریب تغییرات CV_i	رتبه R	اکووالانس ریک w_i^2	رتبه R	واریانس شوکلا σ_i^2	رتبه R	ارزش پایداری امی ASV	رتبه R	واریانس درون مکانی $MS_{Y/L}$	رتبه R	ضریب‌تغییرات درون مکانی $CV_{Y/L}$	رتبه R
1	5903	7	2.296	12	25.669	11	2.43	8	0.844^{ns}	8	0.101	2	2.148	16	24.826	16
2	5585	19	2.533	16	28.496	17	3.5	17	1.240^{*}	17	0.672	15	1.263	7	20.120	8
3	6009	2	1.968	6	23.345	4	2.8	14	0.981^{ns}	14	0.130	3	1.075	3	17.256	3
4	5751	12	2.549	17	27.758	16	1.84	5	0.624^{ns}	5	0.307	9	1.490	9	21.228	10
5	5926	4	1.502	1	20.678	1	0.68	1	0.195^{ns}	1	0.141	5	1.083	4	17.563	4
6	5686	16	2.101	10	25.488	10	2.63	11	0.919^{ns}	11	0.292	8	1.865	15	24.02	15
7	5732	14	1.977	7	24.531	7	0.93	2	0.290^{ns}	2	0.075	1	1.817	14	23.522	14
8	5739	13	2.499	15	27.544	15	6.15	19	2.222^{**}	19	0.740	17	2.487	19	27.478	18
9	5654	17	2.230	11	26.411	13	2.63	12	0.919^{ns}	12	0.627	13	2.414	18	27.479	19
10	5699	15	3.201	19	31.387	20	2.79	13	0.977^{ns}	13	0.168	6	2.970	20	30.238	20
11	5855	9	2.005	8	24.184	5	2.81	15	0.987^{ns}	15	0.702	16	1.177	5	18.532	6
12	5621	18	1.956	5	24.876	9	3.3	16	1.166^{*}	16	0.773	19	1.513	11	21.886	12
13	5875	8	2.308	13	25.859	12	2.61	10	0.913^{ns}	10	0.313	10	2.175	17	25.106	17
14	5912	5	1.789	4	22.625	3	1.82	4	0.619^{ns}	4	0.244	7	0.987	2	16.810	2
15	5944	3	3.071	18	29.477	19	4.07	18	1.452^{**}	18	0.767	18	1.189	6	18.345	5
16	6186	1	3.243	20	29.107	18	2.26	7	0.783^{ns}	7	0.650	14	1.777	13	21.549	11
17	5907	6	1.683	2	21.964	2	2.51	9	0.873^{ns}	9	0.462	12	1.499	10	20.733	9
18	5776	11	2.034	9	24.686	8	2.04	6	0.701^{ns}	6	0.135	4	1.319	8	19.883	7
19	5401	20	1.735	3	24.389	6	1.39	3	0.458^{ns}	3	0.343	11	1.519	12	22.825	13
20	5841	10	2.439	14	26.733	14	7.37	20	2.673^{**}	20	0.981	20	0.757	1	14.898	1

ns: Not significant

*and **: Significant at 5% , 1% probability levels, respectively

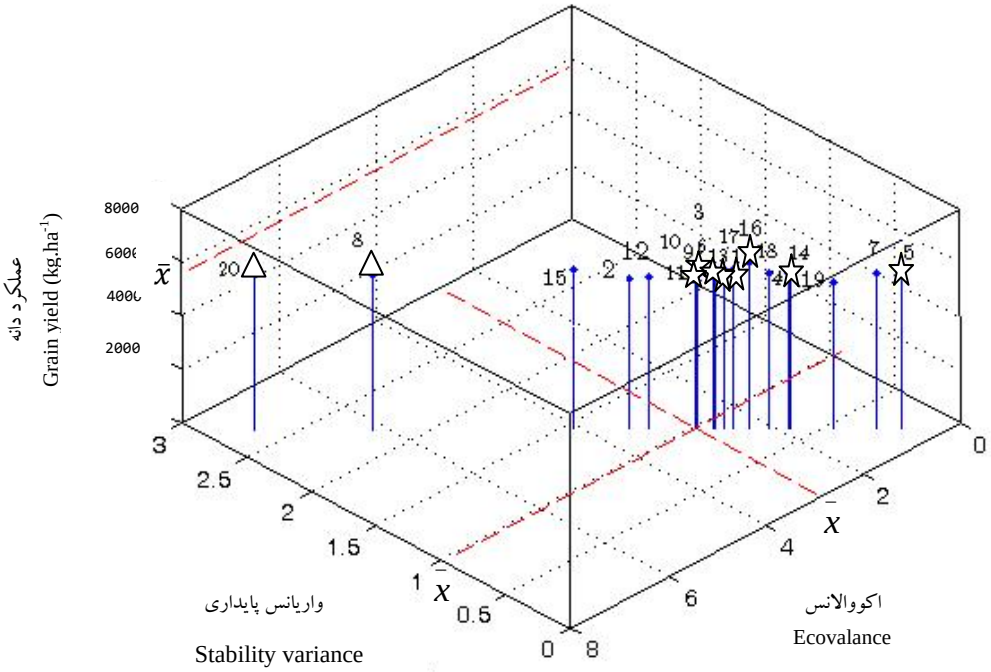
ns: غیر معنی‌دار

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

Archive of SID

www.SID.ir

بالاترین مقدار رتبه (بالاترین مقدار واریانس) به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. به منظور تعیین سهم هر ژنوتیپ در مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و محاسبه آن به عنوان یک آماره پایداری، آماره اکووالانس ریک (w_i^2) محاسبه شد (جدول ۴ و شکل ۲). نتایج حاصل از رتبه‌بندی واریانس پایداری شوکلا و اکوالانس ریک نشان داد که، این دو آماره شبیه به هم می‌باشند و می‌توان ترجیحاً از یکی از این دو پارامتر استفاده کرد. این موضوع با نتایج زالی و همکاران (Zali *et al.*, 2009) مطابقت دارد، زیرا



شکل۲- نمودار سه بعدی پارامترهای واریانس پایداری و اکووالانس در برابر میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Fig. 2. Three-dimensional plot of stability variance and ecovalance stability parameters versus the genotypic mean response in durum wheat genotypes

☆: ژنوتیپ‌های پایدار △: ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها △ : Very unstable genotypes ☆:Stable genotypes

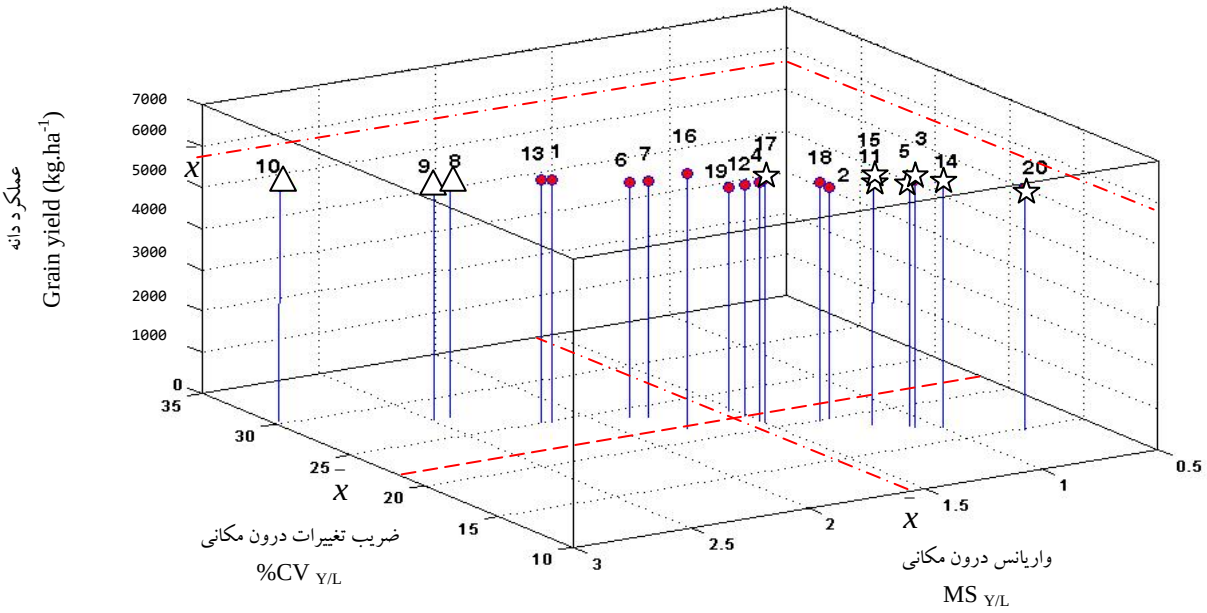
واریانس پایداری یک ترکیب خطی از اکووالانس می‌باشد، بنابراین اکووالانس و واریانس پایداری از نظر درجه‌بندی ژنوتیپ‌ها دارای ارزش یکسان می‌باشند. یکی از ضعف‌های پایداری نوع دوم این است که بستگی به سایر واریته‌های مورد آزمایش دارد (Farshadfar, 1998).

واریانس درون مکانی لین و بینز

بر اساس نتایج حاصل از واریانس درون مکانی لین و بینز (Lin and Bins, 1991) به عنوان پارامتر نوع چهارم، ژنوتیپ‌های ۲۰ (رقم چمران)، ۱۴، ۳ و ۵ به ترتیب در هر دو روش در بین سال‌های درون مکان‌ها، کمترین میزان واریانس و ضریب تغییرات درون مکانی را داشتند و به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند (جدول ۴)، اما همانطور که در نمودار سه بعدی نشان داده شده است (شکل ۳)، علاوه بر ژنوتیپ‌های ذکر شده در بالا، ژنوتیپ‌های دیگری نیز وجود داشتند که ضریب تغییرات و واریانس درون مکانی آنها کمتر از میانگین بوده و از عملکرد بالایی نیز برخوردار بودند، بنابراین ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۵ و ۱۷ نیز بعد از ژنوتیپ‌های ۲۰، ۱۴، ۳ و ۵ در ردیف ژنوتیپ‌های پایدار قرار

www.SID.ir

مـی‌گیرنـد. در ایـن روش ژنوتیـپ‌هـای ۱۰، ۹ و ۸ بـه ترتیب به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. از مزایـای ایـن روش وراثـت‌پـذیر بـودن آن مـی‌باشـد (Farshadafar, 1998).



شکل ۳- نمودار سه بعدی پارامترهای واریانس درون مکانی، ضریب تغییرات درون مکانی در برابر میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Fig. 3. Three-dimensional plot of Lin and Binns's stability parameters versus the genotypic mean in durum wheat genotypes

☆: ژنوتیپ‌های پایدار △: ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها ☆: Stable genotype △ : Very unstable genotypes

پارامتر ارزش پایداری AMMI (ASV)

بـه منظـور تجزیـه اثـر متقابـل ژنوتیـپ × محـیط بـا استفاده از مدل AMMI تجزیه به مولفه‌های اصـلی روی ماتریس باقیمانده صورت گرفت و سه مولفه اصـلی اول در سـطح احتمـال یـک درصـد معنـی‌دار شـدند. مولفـه اصـلی اول ($IPCA_1$) ۲۹ درصـد، مولفـه اصـلی دوم ($IPCA_2$) ۲۴ درصـد و مولفـه اصـلی سـوم ($IPCA_3$) ۱۲ درصـد از مجمـوع مربعـات اثـر متقابـل را بـه خـود اختصاص دادند کـه ایـن سـه مولفـه در مجمـوع ۶۶/۶۴ درصد از مجموع مربعات را توجیه نمودنـد (جـدول ۵). مولفه‌های دیگر، با باقیمانده ادغام شدند و مولفـه اصـلی باقیمانده در مدل، ۳۳/۳۵ درصد از مجموع مربعـات اثـر متقابل را توجیه کرد. اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ۱۳/۷۳ درصد از مجموع مربعات کل را به خود اختصـاص داد، اما این مقدار برای ژنوتیپ و محیط بـه ترتیـب برابـر بـا ۱/۳۸ درصد و ۸۴/۸۹ درصد بود. هرچند که اثر متقابل، منبـع اصـلی تغییـرات نیسـت، امـا حـدوداً ۱۰ برابـر اثـر ژنوتیپ می‌باشد که این مطلب اهمیت نسبی اثـر متقابـل را نشان مـی‌دهـد (جـدول ۵). در روش ارزش پایـداری AMMI، ژنـوتیپی پایـدار محسـوب مـی‌شـود کـه ASV کمتری داشته باشـد. در ایـن روش ژنوتیـپ ۷ کمتـرین ASV را به خود اختصاص داد، اما عملکرد این ژنوتیـپ کمتـر از میـانگین کـل بـود، بنـابراین در ایـن روش ژنوتیـپ‌هـای ۱، ۳، ۵ و ۱۴ بـا داشـتن ASV پـایین (به ترتیب) و عملکرد بالاتر از میانگین کـل، بـه عنـوان ژنوتیـپ‌هـای پایـدار بـا عملکـرد بـالا شـناخته شـدند. ژنوتیـپ‌هـای ۱۸ و ۱۰ نیـز ASV پـایین‌تـری نسـبت بـه ژنوتیپ ۱۴ داشتند، اما میانگین عملکرد آنها از میـانگین

Archive of SID
www.SID.ir

عملکرد کل کمتر بود و انتخاب نشدند. ژنوتیپ ۲۰ (رقم چمران) نیز با داشتن بالاترین ASV به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ شناخته شد و ژنوتیپ‌های ۱۲، ۱۵ و ۸ (به ترتیب) بعد از آن قرار گرفتند (جدول ۶). کریمی‌زاده و همکاران (Karimi Zadeh *et al.*, 2007) در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ۱۰ ژنوتیپ ذرت، با استفاده از روش AMMI از چهار پارامتر SIPC4، AMGE4، ASV و EV4 استفاده کردند. آنها از بین پارامترهای مدل AMMI، پارامتر ASV را به علت صحت نتایج مربوط به آن به عنوان بهترین پارامتر معرفی نمودند. محمدی و امری (Mohammadi and Amri, 2008) به منظور مقایسه روش‌های ناپارامتریک و پارامتریک در ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌های گندم دوروم از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی بر روی ماتریس رتبه‌های حاصل از پارامترهای مختلف استفاده کردند. آنها با استفاده از نمودار بای‌پلات مشخص نمودند که پارامترهای اکووالانس ریک، انحراف از خط رگرسیون و ASV از مفهوم پایداری استاتیک برخوردار بودند. این پارامترها در یک گروه قرار گرفتند.

جدول ۵- تجزیه واریانس مدل AMMI برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم دوروم

Table 5. AMMI analysis for grain yield of durum wheat genotypes

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	مجموع مربعات (SS)	%SS	میانگین مربعات (MS)
Treatment	تیمار	199	1235.21		6.2**
Genotype	ژنوتیپ	19	17.03	1.38	0.89ns
Environment	محیط	9	1048.50	84.89	116.5**
Genotype× Environment	اثر متقابل ژنوتیپ × محیط	171	169.68	13.73	0.99**
$IPCA_1$	مولفه اصلی اول	27	49.51	29.18	1.83**
$IPCA_2$	مولفه اصلی دوم	25	41.84	24.65	1.67**
$IPCA_3$	مولفه اصلی سوم	23	21.72	12.8	0.94**
Residual(Noise)	باقیمانده (نویز)	96	56.59	33.35	56.59ns
Pooled error	خطای ادغام شده	380	215.63		0.56

ns :Not significant
ns: غیر معنی‌دار
**: Significant at 1% of probability level
**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

معیار YS_i جهت گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری

یک مانع اساسی در معرفی روش یا معیاری که به طور هم‌زمان برای پایداری و عملکرد گزینش را انجام دهد این تصور است که هرگاه گزینش براساس هر معیار دیگری غیر از عملکرد صورت بگیرد، در نهایت باعث کاهش عملکرد خواهد شد (Kang, 1993). از این رو کانگ (Kang, 1993) آماره عملکرد- پایداری (YS_i) را معرفی نمود. در این روش ژنوتیپ‌هایی که YS_i بالاتر از میانگین کل YS را داشته باشند، انتخاب می‌شوند. بنابراین، ژنوتیپ‌های ۱۶، ۳، ۵، ۱۴، ۱۷، ۱، ۱۳، ۱۵، ۱۱ و ۱۸ به ترتیب، به عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناخته شدند (جدول ۷). از طرفی ژنوتیپ ۱۶ به علت دارا بودن بالاترین اثر توام عملکرد و پایداری (برابر با ۲۲)، برترین ژنوتیپ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها شناخته شد و ژنوتیپ ۲ با دارا بودن کمترین مقدار اثر توام عملکرد و پایداری به عنوان ضعیف‌ترین ژنوتیپ معرفی شد. به علت نزدیکی میانگین عملکرد شاهد (ژنوتیپ ۲۰) با میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها، نتایج گزینش همزمان بر اساس میانگین عملکرد شاهد با نتایج گزینش همزمان بر اساس میانگین کل ژنوتیپ‌ها مشابهت داشت، بنابراین از ارائه اطلاعات آن خود داری شد. دشتکی و همکاران (Dashtaki *et al.*, 2004) در بررسی پایداری عملکرد دانه و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های گندم نان زمستانه و بینابین، از روش‌های

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۶- عملکرد دانه و مقادیر مولفه‌های اصلی اول و دوم و پارامتر ارزش پایداری AMMI

Grain yield, $IPCA_1$ and $IPCA_2$ scores and AMMI Stability Value Table 6.

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	مولفه اصلی اول $IPCA_1$	مولفه اصلی دوم $IPCA_2$	ارزش پایداری امی ASV	ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	مولفه اصلی اول IPCA1	مولفه اصلی دوم IPCA2	ارزش پایداری امی ASV
1	5903	0.020	-0.098	0.101	11	5855	-0.325	-0.586	0.702
2	5585	-0.056	-0.668	0.672	12	5621	-0.640	0.149	0.773
3	6009	-0.085	0.081	0.13	13	5875	-0.233	0.147	0.313
4	5751	0.241	-0.112	0.307	14	5912	0.199	0.063	0.244
5	5926	0.021	0.139	0.141	15	5944	0.642	0.106	0.767
6	5686	0.149	-0.233	0.292	16	6186	0.499	-0.271	0.65
7	5732	0.026	-0.068	0.075	17	5907	-0.078	0.453	0.462
8	5739	-0.486	0.464	0.74	18	5776	-0.035	0.129	0.135
9	5654	-0.514	-0.154	0.627	19	5401	-0.220	0.223	0.343
10	5699	0.103	-0.116	0.168	20	5841	0.773	0.353	0.981

جدول ۷- روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌های گندم دوروم (بر اساس میانگین کل ژنوتیپ‌ها)

Table 7. Simultaneous selection for grain yield and yield stability in durum wheat genotypes

ژنوتیپ‌های گندم Wheat genotypes	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha^{-1})	رتبه عملکرد Yield rank	تصحیح رتبه عملکرد Adjustment to rank	رتبه تصحیح شده Adjuted	واریانس پایداری Stability variance	میزان پایداری Stability rating	اثر توام عملکرد دانه و پایداری YS(i)
1	5903	14	1	15	0.844	0	15+
2	5585	2	-1	1	1.24	-4	-3
3	6009	19	1	20	0.981	-2	18+
4	5751	9	-1	8	0.624	0	8
5	5926	17	1	18	0.195	0	18+
6	5686	5	-1	4	0.919	0	4
7	5732	7	-1	6	0.29	0	6
8	5739	8	-1	7	2.222	-8	-1
9	5654	4	-1	3	0.919	0	3
10	5699	6	-1	5	0.977	-2	3
11	5855	12	1	13	0.987	-2	11+
12	5621	3	-1	2	1.166	-4	–2
13	5875	13	1	14	0.913	0	14+
14	5912	16	1	17	0.619	0	17+
15	5944	18	1	19	1.452	-8	11+
16	6186	20	2	22	0.783	0	22+
17	5907	15	1	16	0.873	0	16+
18	5776	10	-1	9	0.701	0	9+
19	5401	1	-2	-1	0.458	0	–1
20	5841	12	1	12	2.673	-8	4
Mean	5800						8.6

+: Selected genotypes

+ : ژنوتیپ‌های انتخاب شده

Archive of SID

www.SID.ir

مختلفی از جمله روش گزینش همزمان عملکرد و پایداری استفاده کردند و با استفاده از این روش سه ژنوتیپ برتر را مشخص نمودند.

به طور کلی روش‌های مختلف تجزیه پایداری، هر کدام جنبه خاصی از پایداری را نشان می‌دهند. برای مثال در روش گزینش همزمان عملکرد و پایداری، تاکید بیشتر بر جزء عملکرد می‌باشد تا پایداری و ممکن است ژنوتیپ‌هایی که به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی می‌شوند، در روش‌های دیگر از پایداری خوبی برخوردار نباشند (Zali *et al.*, 2009)، اما پارامترهای واریانس و ضریب تغییرات محیطی به عنوان پارامترهای نوع اول، دارای ماهیت بیولوژیک بوده و اشکال عمده این پارامترها آن است که ژنوتیپ‌های با عملکرد یکنواخت در همه محیط‌ها، معمولاً کم محصول هستند و با عملکرد بالا رابطه ندارند (Rahim Souroush, 2005; Soughi *et al.*, 2009). در این تحقیق نیز نتایج مشابهی حاصل شد، ژنوتیپ ۱۶ که بالاترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داده بود، در روش گزینش همزمان عملکرد و پایداری به عنوان پایدارترین ژنوتیپ شناخته شد، اما در روش‌های واریانس و ضریب تغییرات محیطی این ژنوتیپ به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ شناخته شد. ژنوتیپ ۱۹ نیز با دارا بودن کمترین میزان عملکرد، بر اساس روش گزینش همزمان عملکرد و پایداری به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ شناخته شد، اما بر اساس پارامترهای نوع اول، از پایداری مناسبی برخوردار بود. معیار استفاده از هر یک از روش‌های تجزیه پایداری بستگی به نوع طرح، انتخاب محقق و سایر شرایط دارد. سودمندی پایداری نوع اول به مقدار زیادی به مساحت منطقه مورد آزمایش بستگی دارد و اگر مساحت منطقه کوچک باشد، پایداری نوع اول دارای اهمیت بیشتری خواهد بود، ولی کوچک یا بزرگ بودن مساحت منطقه آزمایش، تاثیری بر روی نتایج روش لین و بینز (به عنوان پارامتر پایداری نوع چهارم) ندارد. در این تحقیق، بر اساس روش واریانس و ضریب تغییرات درون مکانی لین و بینز (Lin and Bins, 1991)، اکثر ژنوتیپ‌هایی که در ناحیه پایداری حاصل از نمودار سه‌بعدی قرار گرفتند، دارای عملکرد بالاتر از میانگین بودند، به عبارت دیگر این روش قدرت بالایی را در انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار و پرمحصول دارد.

لین و بینز (Lin and Bins, 1991) اظهار داشتند که در گزینش رقم پایدار بر اساس پارامتر نوع چهارم می‌توان با احتمال بیشتری به پرمحصول‌ترین ارقام دست یافت. روستایی و همکاران (Roustaie *et al.*, 1996) نیز، با مقایسه روش‌های مختلف پایداری برای انتخاب ارقام پایدار و پرمحصول گندم و جو در دیم‌زارهای کشور نتیجه‌گیری نمودند که معیارهای واریانس درون‌مکانی، اکووالانس و واریانس پایداری موجب انتخاب ارقام پایدار و پر محصول می‌شوند. لین و بینز (Lin and Bins, 1991) با استفاده از روش دای‌آلل نشان دادند پارامترهای نوع اول و چهارم ژنتیکی بوده و برای گزینش مفید می‌باشند.

در مدل AMMI هر چند محاسبات کمی پیچیده است، ولی نتایج آن از اطمینان بیشتری برخوردار می‌باشد. کریمی‌زاده و همکاران (Karimi Zadeh *et al.*, 2007) در بررسی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط هیبریدهای ذرت اظهار داشتند که پارامتر ارزش پایداری AMMI دارای مفهوم زراعی پایداری باشد. در این مفهوم از پایداری یک پاسخ قابل پیش‌بینی نسبت به عوامل محیطی وجود دارد و احتمال اینکه عملکرد ژنوتیپ‌ها با بهبود شرایط محیطی افزایش یابد، وجود دارد. بعلاوه به دلیل سادگی تفسیر و استفاده از دو مولفه اصلی اول اثر متقابل، که بیشترین سهم را در توجیه تغییرات مجموع مربعات اثر متقابل دارند، این پارامتر روش مناسب و قدرتمندی در تجزیه پایداری نسبت به سایر روش‌ها محسوب می‌شود، اما با این حال نمی‌توان یک روش تجزیه پایداری را برای تمام گیاهان زراعی و در تمام شرایط توصیه نمود و بهتر است از

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌های گوناگون برای ارزیابی پایداری استفاده شده و سپس با توجه به نتایج حاصل تصمیم‌گیری شود.

در این تحقیق علی‌رغم تفاوت‌هایی که در نتایج روش‌های مختلف تجزیه پایداری وجود داشت، ژنوتیپ‌های ۱، ۳، ۵، ۱۴ و ۱۷ در اکثر روش‌ها با درجات مختلف پایداری عمومی ظاهر شدند، اما در این بین، ژنوتیپ‌های ۵ (NUS/SULA//5*NUS/4/SULA/RBCE_2/3/HUI//CIT/71/CII) و ۱۴ (CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN TURK MI83-84/NIGRIS_5//TANTLO_1-375) به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۵۹۲۶ و ۵۹۱۲ کیلوگرم در هکتار، رتبه‌های برتر و مناسب پایداری عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند.

منابع مورد استفاده

References

Akcura, M ., Y. Kaya, S. Taner and R. Ayranici. 2006. Parametric stability analysis for grain yield of durum wheat. Plant Soil Environ. 52: 254-261.

Dashtaki, M., A. Yazdansepas, T. Najafi Mirak, M. R. Ghanadha, R. Joukar, M. R. Islampour, A. A. Moayedi, A. R. Kouchaki, M. Nazeri, M. S. Abedi Oskooie, G. Aminzadeh, R. Soltani and S. Ashouri. 2004. Stability of grain yield and harvest index in winter and facultative bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Seed Plant J. 20: 263-580. (In Persian with English abstract).

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

Fabriani, G. and C. Lintas. 1988. Durum wheat: Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists. Minnesota USA. Inc. P. 332.

Farshadfar, E. 1998. Application of biometrical genetics in plant breeding (Vol. II). Taghbostan Publication. Razi University of Kermanshah Press. Iran. P 528 . (In Persian).

Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. Aust. J. Agri. Res. 14: 742-754.

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

Gauch, H. G. and R.W. Zobel. 1988. Predictive and postdictive success of statistical analyses of yield trials. Theor. Appl. Genet. 76:1–10.

Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials. Consequences for growers . Agron J. 85: 754-757.

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

Karadavut, U., Ç. Palta, Z. Kavurmaci and U. Bölek. 2010. Some grain yield parameters of multi-environmental trials in faba bean (*Vicia faba*) genotypes. Int. J. Agric. Biol. 12: 217–220.

Karimi Zadeh, R., H. Dehghani and Z. Dehghanpour. 2007. Use of AMMI method for estimating genotype-environment interaction in early maturing crop hybrids. Seed Plant J. 23: 531-546. (In Persian with English abstract).

Lin, C. S., M. R. Binns and L. P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: where do we stand? Crop Sci. 26: 894-900.

Lin, C. S. and M. R. Binns. 1988. A method of analyzing cultivar × location × year experiments: a new stability parameter. Theor. Appl. Genet. 76: 425-430.

Lin, C. S. and M. R. Binns. 1991. Genetic properties of four type of stability parameter. Theor. Appl. Genet.

Archive of SID

www.SID.ir

82: 505-509.

Mohammadi, R. and A. Amri. 2008. Comparison of parametric and non-parametric methods for selecting stable and adapted durum wheat genotypes in variable environments. Euphytica, 159:419–432.

Mohammadi, R., R. Haghparast, A. Amri and S. Ceccarelli. 2009. Yield stability of rainfed durum wheat and GGE biplot analysis of multi-environment trials. Crop Pasture Sci. 6: 92–101

Najafian, G., A. K. Kaffashi and A. Jafar-Nezhad. 2010. Analysis of grain yield stability in hexaploid wheat genotypes grown in temperate regions of Iran using additive main effects and multiplicative interaction. J. Agr. Sci. Tech. 12: 213-222.

Purchase, J. L., H. Hatting and C. S. Vandeventer. 2000. Genotype × environment interaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in south Africa: II. Stability analysis of yield performance. S. Afr. J. Plant Soil. 17: 101–107.

Rahim Souroush, H. 2005. Study of grain yield in promising genotypes of rice (*Oryza sativa* L.). Iran. J. Crop Sci. 7(2) 112-122. (In Persian with English abstract).

Romer, T. 1917. Sind die ertagsreichen sorten ertagssicher? DGL-Kitt. 32: 87-89. (With English abstract).

Roustaie, M., M. Moghaddam, S. Mahfouzi and A. Mohammadi. 1996. Comparison of stability of grain yield in wheat and barley cultivars in dry lands. Proceeding of the 4th Iranian Crop Sci Congress. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. (In Persian).

Scapim, C. A., V. R. Oliveira, A. L. Braccini, C. D. Cruz, C. A. B. Andrade and C. G. M. 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. Genet. Mol. Biol. 23(2) 387-393.

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

Soughi. H., M. Vahab Zadeh, M. Kalateh Arabi, J. A. JafarBay, S. Khavari Nezhad, M. Ghasemi, H. Falahi and A. Amini. 2009. Study on grain yield stability of some promising bread wheat lines in northern warm and humid climate of Iran. Seed Plant Improv. J. 25(1): 211-222. (In Persian with English abstract).

Tai, G. C. C. 1971. Genotypic stability analysis and application to potato regional trials. Crop Sci. 11:184-190.

USDA, 2009. Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis. Global Durum Area, Production and Yield.[Online]. Available at http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2009/12/global%20durum/ DurumAYPTables. htm. (Ret. 11 December 2009).

Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur erfassung der okologischen streubreite in feldversuchen. Z. Pflanzenzuechtg. 47: 92-96. (with English abstract).

Yates, F. and W. G. Cochran. 1938. The analysis of groups of experiments. J. Agric Sci. Camb. 28: 556-580.

Zali, H., S. H. Sabaghpour, E. Farshadfar, P. Pezeshkpour, M. Safikhani, R. Sarparast, and A. Hashembeygi. 2009. Stability analysis of chickpea genotypes using ASV parameter and it's comparison with other methods. Iran. J. Field Crop Sci. 40(2):21-29. (In Persian with English abstract).

Archive of SID

www.SID.ir

Stability analysis for grain yield of promising durum wheat genotypes in southern warm and dry agro-climatic zone of Iran

Haji Mohammad Ali Jahromi, M.[1], M. Khodarahmi[2], A. R. Mohammadi[3] and A. Mohammadi[4]

ABSTRACT

Haji Mohammad Ali Jahromi,. M., M. Khodarahmi, A. R. Mohammadi and A. Mohammadi. 2011. Stability analysis for grain yield of promising durum wheat genotypes in southern warm and dry agro-climatic zone of Iran. **Iranian Journal of Crop Sciences. 13 (3): 565-579 -. (In Persian).**

To determine agronomic performance and grain yield stability of durum wheat promising genotypes in southern warm and dry agro-climatic zone of Iran, 18 durum wheat promising lines and Karkheh (durum wheat) and Chamran (bread wheat) cultivars as checks, were evaluated in Khorramabad, Ahwaz, Darab, Dezful and Zabul, using randomized complete block design with three replications in two consecutive cropping cycles (2007-2009). Since the genotype × environment interaction was significant, eight stability statistics were calculated ($S_i^2, CV_i, \sigma_i^2, W_i^2, MS_{Y/L}, CV_{Y/L}, YS_i$ and ASV) for stability analysis. Based on the above statistics and three-dimensional plots derived from the statistics of type one, two and four, genotypes 1, 3, 5, 14 and 17 showed varying degrees of the general stability, in most of the methods used. Among these genotypes, genotypes 5 (NUS/SULA//5*NUS/4/SULA/RBCE_2/3/HUI//CIT71/CII) and 14 (CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SN TURK MI83-84 375/NIGRIS_5//TANTLO_1) with the average grain yield of 5926 kg.ha^{-1} and 5912 kg.ha^{-1}, respectively, based on all methods, had grain yield stability. These genotypes were identified as suitable and adapted genotypes with grain stability for southern warm and dry agro-climatic zone ofIran.

Key words: Durum wheat, Genotype × environment interaction, Stability analysis, and Three-dimensional plot.

Archive of SID

Received: August, 2010 **Accepted:,** January, 2011
1- M.Sc. student, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
(Corresponding author) (E-mail: jahromi_agri@yahoo.com)
2- Assistant Prof., Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
3- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
4- Assistant Prof., Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran

www.SID.ir