Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 48, No 2, Summer 2017 (389-397)
DOI: 10.22059/ijfcs.2017.63482

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۴۸، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۶ (ص ۳۹۷-۳۸۹)

بررسی سازگاری و پایداری عملکرد رقم‌ها و رگه‌های سویا در چهار منطقه ایران

سیمین سلطان‌محمدی[۱]، سید علی پیغمبری[۲*] و حمیدرضا بابایی[۳]
۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
۲. استاد، دانشکدهٔ علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
۳. استادیار پژوهش، مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال و بذر
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۳/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/٦/۱۸)

چکیده

به منظور بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ۲۰ ژنوتیپ سویا در چهار منطقه (کرج، گرگان، خرم‌آباد و دشت مغان) پژوهشی به صورت طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. صفات اندازه‌گیری‌شده شامل شمار روز از جوانه‌زنی تا گلدهی، تشکیل غلاف، پر شدن کامل دانه و رسیدن کامل دانه، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، شمار گره در ساقه، عملکرد دانه در هر بوته (گرم)، وزن صددانه (گرم)، شمار شاخهٔ فرعی، شمار غلاف در بوته، عملکرد (کیلوگرم در هکتار) بودند. ژنوتیپ‌ها ۱۳/٤٦درصد و محیط ٥٦/۰۲درصد از مجموع مربعات کل را به خود اختصاص دادند، درحالی‌که اثر متقابل ژنوتیپ× محیط ۳۰/٥۲درصد از تغییرپذیری‌های کل را به خود اختصاص داد که حدود ۲/٥ برابر میزان تغییرپذیری‌های اثر ژنوتیپ بود و این گویای تفاوت‌های اساسی در پاسخ ژنوتیپی در چهار محیط می‌باشد. معنی‌دار شدن محیط و ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد نشان از وجود اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در میانگین همهٔ محیط‌های آزمایش داشت. به منظور تجزیهٔ اثر متقابل ژنوتیپ× محیط با استفاده از مدل AMMI، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی ماتریس باقی‌مانده صورت گرفت که مؤلفه‌های اصلی اول و دوم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. مؤلفهٔ اصلی اول IPCA1 (٥٦/٥٦) درصد و مؤلفهٔ اصلی دوم IPCA2 (۳۱/۱۱) درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را به خود اختصاص دادند که این دو مؤلفه در مجموع ۸۷/٦۷درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را توجیه کردند. کمترین میزان عملکرد دانه مربوط به گرگان بود. بر پایهٔ مشخصهٔ (پارامتر) ارزش پایداری AMMI (ASV) می‌توان ژنوتیپ‌های ٥، ۱٥، ۱۸ و ۱۳ را به ترتیب با عملکردهای ۲٦۷٦/٦۰، ۲٥٤٥/۱۹، ۲٦۱۰/۹٤ و ۲٥۷٥/٤٤ کیلوگرم در هکتار به عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، روش امی، سویا، سازگاری و پایداری عملکرد.

Study the adaptability and yield sustainability of soybean genotypes in four regions of Iran

Simin Soltan Mohamadi[1], Seyed Ali Peyghambri[2] and Hamidreza Babaei[3]
1. Former M. Sc. Student, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran
2. Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
3. Assistant Professor of Research, Seed & Plant Improvement Institute, Karaj, Iran
(Received: May 24, 2015 - Accepted: Sep. 9, 2015)

ABSTRACT

The sustainability performance of 20 soybean genotypes, in four regions of Iran (Karaj, Gorgan, Khorramabad and Moghan) assessed in a randomized complete block design with four replications. The measured traits included the number of days from sowing to flowering, pod formation, filling and full grain maturity, plant height (cm), node numbers on stems, seed yield per plant (g), 100 grain weight (g), number of branches, number of pods as well as seed yield (kg per ha). Results revealed that the genotypes described 13.46% and the environment defined 56.02% of the total sum squares, while genotype × environment accounted for 30.52% of the variability that was about 2.5 times of the amount caused by genotype changes. This showed the fundamental differences among the genotypes in response to environment. Environment and genotype significant differences revealed the genotypes variances throughout the environment test. In order to analyze the interaction of genotype × environment using AMMI, the principal component analysis was performed on the remaining matrix, in which the first and second main components were significant at 1% level. The first main component (IPCA1) allocated 56.56% and the second component (IPCA2) assigned 31.11% of the sum of squares of the interaction, that make up a total of 87.67% of the sum of squares of mutual explained. The lowest soybean yield was related to Gorgan region, and the stability parameter value (AMMI1) was belonged to genotypes 5, 15, 18 and 13 with 2676.6, 2545.2, 2610.924, 2575.4 seed yield Kg ha-1, respectively and these genotypes announced as the best ones.

Keywords: Adaptability and yield sustainability, AMMI model, genotype environment, principal component analysis, soybean.

* Corresponding author E-mail: alipey@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سویای زراعی با نام علمی *Glycin max* L. (Merrill) گیاه یکسالهٔ خزنده و متعلق به شمال چین، کره، تایوان و ژاپن است (Latifi, 1996). دانهٔ سویا برپایهٔ مادهٔ خشک متشکل از؛ روغن (۲۰درصد)، پروتئین (۴۰درصد)، کربوهیدرات (۳۵درصد) و خاکستر (۵ درصد) است که هر یک از اجزای نامبرده بسته به شرایط محیطی و نوع ژنوتیپ تغییر می‌کنند (Lio, 1997). سویا در کشورهای شرقی به عنوان غذای انسان و حیوان پیشینه‌ای بسیار کهن دارد. زراعت سویا در ایالات متحدهٔ آمریکا در سال ۱۹۶۲ به صورت زراعت عمده در آمد و در بعضی از مناطق مانند برزیل در سال‌های اخیر آغاز شده است. احتمال می‌رود که به عنوان یک زراعت جدید به دیگر مناطق نیز گسترش یافته باشد (Latifi, 1996). در ایران سویا با حدود ۱۰۰- ۸۰ هزار هکتار و تولید ۲۵۰- ۲۰۰ هزار تن دانه پس از کلزا بیشترین سهم برای سطح کشت و تولید در بین دانه‌های روغنی را به خود اختصاص داده است (Babaee, 2010).

مسئلهٔ اقتصاد صنعت سویا بسیار پیچیده است، ولی در اصل سه زمینه و بازار عمده یعنی برای دانه، روغن و کنجالهٔ آن موجود است. سویا برای خوراک انسان به فرآورده‌های متفاوت دیگری تبدیل می‌شود که البته میزان آنها ناچیز است و تأثیر چندانی بر قیمت سویا ندارد. قیمت سویا در منطقه و جهان به‌طورکلی تحت تأثیر تقاضا برای روغن و کنجالهٔ آن است (Latifi, 1996).

عملکرد از جمله صفات چندژنی (پلی‌ژنیک) به‌شمار می‌آید که توسط چندین ژن کنترل می‌شود. یکی از مشخصات صفات چندژنی این است که فنوتیپ مربوطه، به شدت تحت تأثیر محیط است و با نامحسوس‌ترین تغییرپذیری‌هایی در محیط زیست تغییرپذیری‌های شایان توجهی در آنها صورت می‌گیرد (Ehdaee, 1994).

مفهوم سازگاری منشأ تکاملی یک صفت بوده و از سویی سهم یک صفت در شایستگی یک موجود برای بقا در محیط کنونی به شمار می‌آید. بنابراین می‌توان سازگاری را تغییرپذیری‌های وراثت‌پذیر در ساختمان و عمل یک موجود زنده تعریف کرد که سبب افزایش احتمال بقا و تولیدمثل او در یک محیط خاص می‌شود (Farshadfar, 1998).

همچنین رقم‌های زراعی در شرایط گوناگونی کشت می‌شوند و این رقم‌ها تحت تأثیر عامل‌های متغیر محیطی مانند نوع خاک، درجهٔ مختلف حاصلخیزی، رطوبت، دما و عملیات زراعی قرار می‌گیرند. همهٔ متغیرهایی که در تولید گیاهان زراعی دخالت دارند (به جز ژنوتیپ)، در مجموع با عنوان شرایط محیطی خوانده می‌شوند.

هر عاملی که جزئی از شرایط محیطی گیاه به‌شمار آید، توانایی ایجاد تغییر در عملکرد را دارد و با اثر متقابل ژنوتیپ× محیط در ارتباط است (Abd mishani & Shah Nejat Boushehri, 2008).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی پایداری عملکرد بیست رقم و رگهٔ (لاین) سویا متوسط رس از گروه III در چهار منطقهٔ "ستاد مؤسسهٔ تحقیقات اصلاح و تهیهٔ نهال بذر در کرج و بخش‌های تابعه در گرگان، خرم‌آباد و دشت مغان" عملیات کاشت انجام شد (جدول ۱).

جدول ۱. شجره ۲۰ ژنوتیپ مورد مطالعه

Table 1. Pedigree of 20 genotypes studied

No.	Genotype
1	Hacheston×L16/3
2	Hacheston×L16/9
3	Hacheston×L16/8
4	Liana×L32/2
5	Hacheston×L16/13
6	Hacheston×L16/16
7	Hacheston×L16/17
8	Liana×L32/3
9	Kotaman×Kitamishiro/2
10	Stressland × NMSB/3
11	Stressland × NMSB/5
12	Stressland × NMSB/6
13	Stressland × NMSB/8
14	Spry ×Nemaha/1
15	Chaleston×Mostang/13
16	Chaleston×Mostang/12
17	L85-3059
18	M50 × Williams
19	Columbus × Williams
20	Williams

انجام عملیات زراعی شامل؛ شخم پاییزه و بهاره، دیسک، لولر و کوددهی برپایهٔ نیاز غذایی خاک، به زمین مورد آزمایش داده شد. آزمایش‌ها در هر چهار

Archive of SID

www.SID.ir

منطقه به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با بیست ژنوتیپ در چهار تکرار که هر بلوک شامل، بیست کرت و هر کرت شامل چهار خط ۴ متری با فاصلهٔ بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و بین بوته ۸-۵ سانتی‌متر اجرا شد.

پس از تنک و وجین علف‌های هرز، یادداشت‌برداری از صفات مهم زراعی مانند شمار روز تا گلدهی، تا تشکیل غلاف، تا پر شدن دانه، تا پر شدن کامل دانه و تا رسیدن کامل دانه، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، شمار گره در ساقه، تراکم بوته، وزن دانه در هر بوته (گرم)، وزن صددانه (گرم)، شمار شاخهٔ فرعی، شمار غلاف، عملکرد (کیلوگرم در هکتار) ثبت شد. برای برآورد عملکرد دانه، ۵/۰متر از ابتدا و انتها به اضافهٔ دو ردیف حاشیه‌ای هر کرت حذف و بقیهٔ محصول کرت معادل ۳×۱/۲=۳/۶ مترمربع به‌عنوان عملکرد کرت ثبت شد. وزن صد دانه با دستگاه بذرشمار تعیین شد. تجزیهٔ واریانس ساده و مرکب روی عملکرد دانه، برای یک سال و چهار منطقه و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد. بهترین رگه‌ها با توجه به عملکرد دانه، طول دورهٔ رشد و دیگر صفات زراعی مورد نظر در هر آزمایش به عنوان بهترین رقم برای آن منطقه گزینش شدند. صفات بر پایهٔ هفت بوته در تراکم نرمال ۳ تا ۵ سانتی‌متری بین بوته‌ها اندازه‌گیری شد.

برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر (با سازگاری و پایداری بیشتر) در محیط بدون تنش و برای بررسی روابط بین ژنوتیپ‌ها و شاخص‌ها، از روش ترسیمی نمودار دووجهی (بای پلات)، بر پایهٔ تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. برای تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نرم‌افزار آماری SAS و SPSS استفاده شد. داده‌های به‌دست‌آمده توسط برنامهٔ Excel بایگانی و دسته‌بندی شد و در صورت نیاز تبدیل داده‌ها صورت گرفت. تجزیهٔ آماری داده‌ها با نرم‌افزار و برای تجزیهٔ پایداری و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و محیط از نرم‌افزار AMMI استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیهٔ واریانس ساده

در آغاز تجزیهٔ واریانس ساده برای هر یک از آزمایش‌ها به صورت جداگانه انجام شد (جدول ۲). ژنوتیپ‌ها در کرج، مغان و گرگان اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و در خرم‌آباد در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت داشتند.کمترین و بیشترین ضریب تغییرپذیری‌ها مربوط به خرم‌آباد (۹/۵۶ درصد) و گرگان (۱۶/۱۱درصد) بود.

تجزیهٔ واریانس مرکب

برای آنالیز کل داده‌ها در چهار منطقه در آغاز آزمون، عادی (نرمال) بودن آنها برای اطمینان از یکنواختی واریانس اشتباه‌های آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت بررسی شد. نتایج گویای یکنواخت بودن واریانس اشتباه‌های آزمایشی و قابل انجام بودن تجزیهٔ مرکب بود. تجزیهٔ مرکب داده‌ها انجام شد و ارزش F هر یک از منابع تغییرات با استفاده از برآوردهای امید ریاضی منابع تغییرات محاسبه شد (جدول ۳) اثر مکان در سطح احتمال ۱درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهندهٔ تفاوت عملکرد ژنوتیپ‌ها از مکانی به مکان دیگر است. در واقع عامل‌هایی مانند ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و از این گونه موارد باعث اختلاف بین مکان‌ها شده است.

اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد که نشان‌دهندهٔ این است که بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بنابراین با توجه به این که اثر متقابل ژنوتیپ × مکان معنی‌دار شد، لذا شرط انجام تجزیهٔ پایداری و معرفی ژنوتیپ‌های پایدار برقرار است. اثر متقابل مکان در ژنوتیپ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود که نشان می‌دهد پاسخ ژنوتیپ‌ها از مکانی به مکان دیگر تفاوت داشته است.

جدول ۲. تجزیه واریانس ساده برای عملکرد دانه سویا در چهار منطقه

Table 2. Simple analysis of variance for grain yield of Soybean in four locations

S.O.V	df	Mean of squares			
		Karaj	Khorramabad	Moghan	Gorghan
Block	3	50549.9	202448.3	1703663.0	288378.3
Genotype	19	623673.0**	361470.1**	361470.1**	405259.6**
Error	57	96502.0	75037.8	99152.7	98289.9
CV%		11.70	9.56	12.52	16.11

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. تجزیه مرکب برای ژنوتیپ‌های سویا مورد بررسی در چهارمکان ویک سال

Table 3. Combined analysis of variance for the Soybean genotypes examined in four locations and one year

Sov	df	Mean of squares
location	3	12389099.2**
E(a) Block/location	12	561259.9
genotype	19	469810.6**
genotype×location	57	355230.1**
E(b) genotype×block/location	228	92245.6
CV%		12.17

با توجه به معنی‌دار بودن اثر ژنوتیپ‌ها، مقایسهٔ میانگین به روش دانکن در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد که ژنوتیپ ۱۶ با داشتن میانگین عملکرد ۲۸۳۷/۱ کیلوگرم در هکتار در گروه اول و ژنوتیپ‌های ۱۷ و ۵ به ترتیب با داشتن میانگین عملکرد ۲۷۲۲/۷ و ۲۶۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار، رتبه‌های بعدی را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص دادند (جدول ۴). با توجه به اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها که باعث به وجود آمدن گروه‌های متفاوت شد و در هر یک از مکان‌های آزمایش وجود داشت، باعث پاسخ متفاوت ژنوتیپ‌ها از مکانی به مکان دیگر شده و با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ× مکان تجزیهٔ واریانس معمولی قادر به توجیه ژنوتیپ‌ها نیست. بنابراین از مشخصه‌های مختلف برای تجزیهٔ پایداری و نیز معرفی ژنوتیپ‌های پایدار استفاده می‌شد.

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های موردبررسی در تجزیه کلی داده‌ها

Table 4. Comparison of mean grain yield of Soybean genotypes studied in composite data analysis

Rank	Genotype	Group	Meam
1	16	a	2837.1
2	17	b	2722.7
3	5	abc	2676.7
4	9	abcd	2631.8
5	18	abcd	2610.9
6	13	bcde	2575.4
7	7	bcde	2570.3
8	10	bcde	2565.6
9	8	bcdef	2547.0
10	15	bcdef	2545.2
11	6	bcdef	2515.4
12	4	cdefg	2443.3
13	14	cdefg	2443.7
14	19	cdefg	2423.3
15	12	defg	2409.9
16	20	defg	2382.9
17	11	efgh	2344.9
18	2	fgh	2305.8
19	1	gh	2199.5
20	3	h	2141.3

بررسی نمودار دووجهی مدل AMMI

روش AMMI با قابلیت تفسیر نگاره‌ای (گرافیکی) روش کارآمدی است. از آنجا که در مدل $AMMI_1$ ژنوتیپ‌های ۵، ۱۵ و ۱۸ به عنوان ژنوتیپ‌هایی با پایداری مطلوب و عملکرد بالا (جدول ۵) و در مدل $AMMI_2$ ژنوتیپ‌های ۵، ۱۸، ۱۳ و ۱۵ به عنوان ژنوتیپ‌هایی با سازگاری عمومی خوب و عملکرد بالا شناخته شدند (شکل‌های ۱ و ۲). همچنین بر پایهٔ مشخصهٔ ارزش پایداری AMMI (ASV) ژنوتیپ‌های ۱۵، ۵، ۱۸ و ۱۳ به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا شناخته شدند، به‌طور کلی می‌توان ژنوتیپ‌های ۵، ۱۵، ۱۸ و ۱۳ به‌ترتیب با عملکردهای ۲۶۷۶/۶۰، ۲۵۴۵/۱۹، ۲۶۱۰/۹۴ و ۲۵۷۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار را به عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها معرفی کرد.

جدول ۵. میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های سویا و مقادیر مؤلفه‌های اصلی اول ودوم

Table 5. Mean grain yield of Soybean genotypes and values of the first and second main components

Genotype	Mean	IPCA1	IPCA2
1	2199.5	7.70	2.63
2	2305.7	5.61	7.48
3	2141.2	6.23	16.70
4	2443.2	-0.95	4.9
5	2676.6	0.17	-3.94
6	2515.3	-8.79	0.36
7	2570.2	-16.54	-11.05
8	2447	-3.79	15.6
9	2631.8	11.23	-12.66
10	2565.5	2.01	-10.59
11	2344.8	6.52	3.55
12	2409.9	14.8	-3.13
13	2575.4	-2.49	-3.69
14	2443.0	-3.09	-0.07
15	2545.1	-0.11	0
16	2837.1	-15.84	-7.92
17	2722.6	-17.94	7.66
18	2610.9	0.07	-4.04
19	2423.2	14.64	-6.47
20	2382.8	0.56	4.85

نتایج تجزیهٔ واریانس پایداری به روش ابرهارت و راسل برای سه منطقهٔ خرم‌آباد، اسلام‌آباد و میاندوآب نیز نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت معنی‌دار آماری در سطح معنی‌دار ۰/۰۱ وجود دارد. بین محیط‌های مورد بررسی نیز از حیث عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده می‌شود. لیکن اثر متقابل ژنوتیپ× محیط (خطی) معنی‌دار نبود، این بدین معناست که بین

Archive of SID

www.SID.ir

رقم‌های مورد بررسی از نظر میزان پایداری عملکرد دانه تفاوت شایان ملاحظه‌ای وجود ندارد (Babaee, 2006). به منظور ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌ها و مکان‌ها و نیز ارتباط دادن ژنوتیپ‌های مختلف به مناطق گوناگون از تجزیهٔ واکنش ژنوتیپی یا نمودار دووجهی استفاده شد. در این شکل خط عمود در میانهٔ نمودار دووجهی نشان‌دهندهٔ میانگین کل یک سال آزمایش است. ژنوتیپ‌ها و مکان‌های سمت راست این خط عملکرد بالاتر از میانگین کل دارند. با توجه به این توضیح ژنوتیپ‌های ۱۶، ۱۷، ۵، ۹، ۱۸، ۱۳، ۱۰، ۷، ۱۵، ۸ و ۶ به ترتیب با قرار گرفتن در سمت راست خط عمود در میانهٔ نمودار دووجهی بیشترین تا کمترین میانگین عملکرد بالاتر از میانگین را به خود اختصاص دادند. ژنوتیپ ۳ با توجه به نمودار دووجهی یادشده کمترین میزان عملکرد را داشت. همچنین در بین مکان‌ها، خرم‌آباد، کرج و مغان به ترتیب با عملکرد بالا و گرگان با کمترین عملکرد بود (جدول۶).

جدول ۶. عملکرد دانه سویا و مقادیر مؤلفه‌های اصلی اول و دوم و محیط s_1 تا s_4 (S_1 تا S_4 به ترتیب کرج، خرم‌آباد، مغان و گرگان ست.)

Table 6. Grain yield of Soybean and values of the first and second main components and Environments s_1 to s_4 (S_1 to S_4 are respectively Karaj, Khorramabad, Moghan and Gorgan)

Location	Code	Mean	$IPCA_1$	$IPCA_2$
Karaj	S1	2654.1	-20.72	-16.69
Khorramabad	S2	2864.90	4.33	28.02
Moghan	S3	2514.13	31.75	-13.61
Gorgan	S4	1945.35	-15.36	2.28

همچنین محور افقی در میانهٔ نمودار نشان‌دهندهٔ $IPCA_1=_0$ (AMMI=0) است، که نشان می‌دهد هیچ‌گونه اثر متقابلی وجود ندارد. پس ژنوتیپ‌هایی که در مرکز نمودار دووجهی قرار گرفته‌اند با داشتن اثر متقابل نزدیک به ۰ پایداری عمومی بیشتری دارند. بنابراین ژنوتیپ‌های ۵، ۱۸، ۱۵، ۴ و ۲۰ اثر متقابل پایینی داشته، ولی ژنوتیپ‌های ۵، ۱۵ و ۱۸ با داشتن میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل نسبت به بقیه به عنوان ژنوتیپ‌هایی با پایداری مطلوب گزینش می‌شوند.

شکل ۲ نمودار دووجهی مؤلفه‌های اصلی اول و دوم اثر متقابل را برای ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد. این نمودار دووجهی در کل ۸۷/۶۸ درصد تغییرپذیری‌های موجود در داده‌ها را توجیه می‌کند. به‌طوری‌که مؤلفهٔ اصلی اول سهم بیشتری (۵۶/۵۶ درصد) از مؤلفهٔ دوم (۳۱/۱۱ درصد) دارد.

در این نمودار دووجهی ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۸، ۱۷ و ۷ اثر متقابل بزرگ و ناپایداری را داشتند. ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۹، ۱۹، ۱۲ و ۳ نیز اثر متقابل بزرگ، مثبت و ناپایداری داشته و ژنوتیپ‌های ۵، ۱۸، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۲۰ و ۴ کمترین اثر متقابل را داشتند، که از بین آنها ژنوتیپ‌های ۵، ۱۸، ۱۳ و ۱۵ به علت داشتن میانگین عملکرد بیشتر از میانگین کل، ژنوتیپ‌هایی با سازگاری عمومی خوب شناخته شدند. در بررسی سازگاری خصوصی و تعیین مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها برای مکان‌های مورد آزمایش، ژنوتیپ‌های ۳، ۸، ۱۷، ۷، ۹، ۱۹ و ۱۲ با قرار گرفتن در رئوس چندضلعی بیشترین پاسخ‌دهی را در مکان‌های مناسب خود داشته و در واقع بیشترین سازگاری اختصاصی را با مکان‌های مناسب خود دارند.

بخش‌هایی که توسط خطوط عمود بر این اضلاع به‌وجود آمده‌اند، نشان‌دهندهٔ ژنوتیپ‌ها و مکان‌های مناسب است. در واقع ژنوتیپ‌هایی که در رأس قرار گرفته‌اند ژنوتیپ‌های مناسب برای مکان یا مکان‌هایی هستند که در آن بخش قرار دارند. در این نمودار دووجهی مکان خرم‌آباد (S_2) داخل بخش اول قرار گرفته که ژنوتیپ برنده در این مکان ژنوتیپ شمارهٔ ۳ است. در بخش دوم این نمودار دووجهی ژنوتیپ ۱۹ در رأس قرار دارد که ژنوتیپ برنده برای مکان مغان (S_3) است. در بخش سوم ژنوتیپ ۷ به عنوان ژنوتیپ برتر و مناسب برای مکان کرج (S_1) و در بخش چهارم ژنوتیپ ۱۷ به عنوان ژنوتیپ مناسب و سازگار برای مکان گرگان (S_4) شناخته شدند. در تجزیهٔ الگوی واکنش ژنوتیپی بر مبنای دو مؤلفهٔ اصلی اول توجه به زاویهٔ بین بردارهای محیطی در تفسیر همسانی‌های محیطی سودمند است. زاویهٔ حادهٔ بین دو بردار محیطی مشخص‌کنندهٔ همبستگی بالای دو محیط است.

بنابر نتایج به‌دست‌آمده در گروه یک ژنوتیپ‌های M.12 , M.4 و Williams x Columbus و در گروه دو ژنوتیپ L.17، رقم ویلیامز و رگهٔ Williams x

Archive of SID

www.SID.ir

Columbus و رقم ویلیامز پایداری متوسط و توان سازگاری بیشتر در محیط‌های مورد بررسی را داشتند (Babaee, 2006).

در بررسی سازگاری و پایداری عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های گندم نان در مناطق سردسیر و معتدل دیم با استفاده از آماره‌های پایداری واریانس درون مکانی (Cv_i) و روش غیرمشخصه‌ای رنک رقم آذر ۲ و رگهٔ شمارهٔ ۱۰ (sbn/1-64-199) را جزء پایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی کرد (Roustaee *et al.*, 2003). در آزمایشی برپایهٔ روش ابرهارت و راسل رقم ویلیامز، ژنوتیپ‌های شمارهٔ ۴، ۵، ۸ از ترکیب Will. x Columbus و شمارهٔ ۱۲، ۱۰ از ترکیب Clark x Hobbit برپایهٔ روش شوکلا و یائووهامبلین ژنوتیپ‌های ۴، ۵ و ۸ از ترکیب Will. x Columbus جزء پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند (Babaee, 2006).

روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری

یک بازدارندهٔ بسیار مهم در معرفی روش یا معیاری که به طور همزمان پایداری و عملکرد را گزینش کند، این تصور است که هرگاه گزینش بر پایهٔ هر معیار دیگری غیر از عملکرد صورت بگیرد، در نهایت با کاهش عملکرد روبه‌رو خواهیم شد (Kang, 1993). از این رو کانگ آمارهٔ عملکرد- پایداری YS_i را معرفی کرد که ترکیبی از روش غیرمشخصه‌ای (روش رتبه‌بندی) و مشخصه‌ای (واریانس پایداری شوکلا) است.

در این روش ژنوتیپ‌هایی که YS_i بالاتر از میانگین داشته باشند، گزینش می‌شوند (جدول۷). بنابراین ژنوتیپ‌های ۱۶، ۱۷، ۵، ۹، ۱۸، ۱۳، ۷ و ۱۰ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناخته شدند. در بین این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های ۱۶، ۵، ۹ و ۱۷ به علت داشتن بالاترین اثر توأم عملکرد و پایداری (به ترتیب ۲۲، ۱۹، ۱۸ و ۱۸) برترین ژنوتیپ‌ها نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها شناخته شدند و بقیهٔ ژنوتیپ‌های نام‌برده به ترتیب اثر توأم عملکرد و پایداری بالایی را پس از این چهار ژنوتیپ نشان دادند. ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۱۱ و ۳ با داشتن کمترین میزان اثر توأم عملکرد و پایداری به عنوان ضعیف‌ترین ژنوتیپ معرفی شدند.

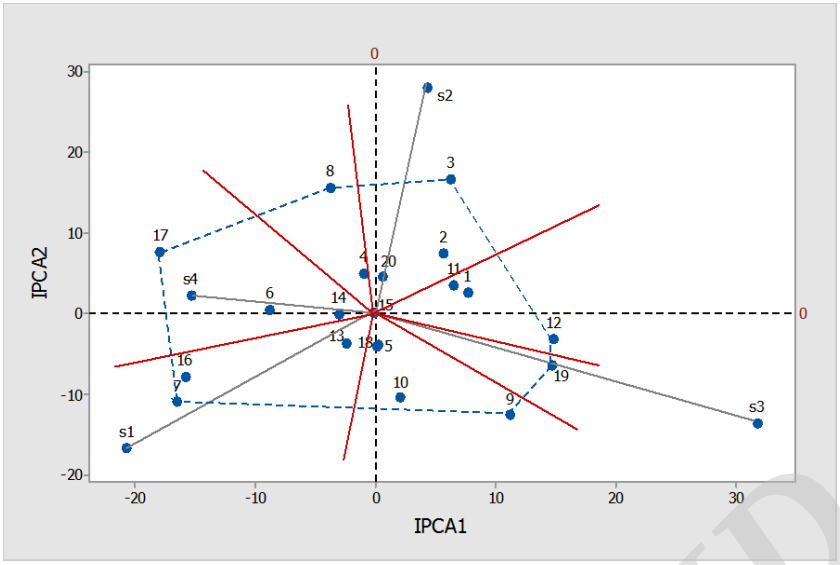
Zali *et al.* (2009) با استفاده از این روش در بررسی تجزیهٔ پایداری ۱۷ رگه و رقم نخود، ۷ ژنوتیپ را که YS_i بالاتری داشتند به عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی کردند و از بین آنها ژنوتیپی که بالاترین YS_i را داشت برترین ژنوتیپ نسبت به دیگر رقم‌ها در این روش شناخته شد همچنین Sabagh pour *et al.* (2003) از روش گزینش همزمان برای شناسایی رقم‌های پایدار نخود زراعی استفاده و پایدارترین ژنوتیپ را در این روش مشخص کردند.

شکل ۱. نمودار دووجهی میانگین ژنوتیپ‌های سویا، محیط‌ها و مقادیر نخستین مؤلفهٔ اصلی آنها (مدل AMMI1) (S_1 تا S_4 به ترتیب کرج، خرم‌آباد، مغان و گرگان است.)

Figure 1. Two-faced graph showing the mean of Soybean genotypes, environments and their main components (AMMI1 model) (S1 to S4 are respectively represent Karaj, Khorramabad, Moghan and Gorgan)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. نمودار دووجهی بر پایهٔ مدل AMMI2. (S_1 تا S_4 به ترتیب کرج، خرم‌آباد، مغان و گرگان است.)

Figure 2. Two-faced graph based on the AMMI2 model. (S_1 to S_4 is Karaj, Khorramabad, Moghan and Gorgan respectively)

جدول ۷. روش گزینش همزمان برای عملکرد و پایداری ژنوتیپ‌های مورد بررسی

Table 7. Simultaneous selection method for yield and stability of studied genotypes

Genotype	Yeild	Rank of yeild	Adjusted rank of yeild	Adjusted rank	Stability variance	Stability rate	Combine effect yield and stability
1	2199.5	2	-1	1	36365.2	0	1
2	2305.7	3	-1	2	59068.0	0	2
3	2141.2	1	-2	-1	162104.5	0	-1
4	2443.2	9	-1	8	10472.7	0	8
5	2676.6	18	1	19	2971.0	0	19
6	2515.3	10	1	11	44926.4	0	11
7	2570.2	14	1	15	238900.6	-2	13
8	2447.0	12	1	13	119260.6	0	13
9	2631.8	17	1	18	152312.8	0	18
10	2565.5	13	1	14	68208.9	0	14
11	2344.8	4	-1	3	27921.8	0	3
12	2409.9	6	-1	5	139086.2	0	5
13	2575.4	15	1	16	11766.7	0	16
14	2443.0	8	-1	7	2322.9	0	7
15	2545.1	11	1	12	37294.1	0	12
16	2837.1	20	2	22	182769.4	0	22
17	2722.6	19	1	20	233266.8	-2	18
18	2610.9	16	1	17	565990.7	0	17
19	2423.2	7	-1	6	149783.4	0	6
20	2382.8	5	-1	4	45042.9	0	4
Average	2494.55						

سپاسگزاری

بدین وسیله از سرکار خانم مهندس سامیه رییسی و نسرین رزمی و آقای مهندس محمد حسنوند کارشناسان محترم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دشت مغان و خرم‌آباد به خاطر همکاری صمیمانه‌شان در اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Abd Mishani, S. & Shah Nejat Boushehri, E. A. (2008). *Additional plant breeding*. First volume. Tehran University Press. Page 320.
2. Amarantath, K.C. & Viswantaha, S.R. (1990). Path coefficient analysis for some quantitative characters in soybean. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(3), 312-315.

Archive of SID
www.SID.ir

3. Amini far, J., Mohsen Abadi, Gh., Bigluee, M. & Samizadeh, H. (2013). The effect of irrigation on yield, yield components and water productivity of soybean genotypes T.215. *Journal of Irrigation and Water Engineering*, third year. No. 11.
7. Abayomi, A.Y. (2008). Comparative growth and grain yield response of early and late soybean maturity groups to induced soil moisture stress at different growth stage, *Word J of Agric Sci*, 4(1), 71-78.
8. Babaee, H. R. (2013). *Evaluation and identification of soybean genotypes in the collection*. The approved research project. Department of oilseeds. Plant and seed Improvement Institute.
9. Babaee, H. R., Alam Khomram, M. H., Raeesi, S., Khaazaee, E., Eshghi, A. & Mohamadi, A. (2006). Soybean yield stability analysis of the product lines. *The 9th Congress of Agriculture and Plant Breeding*. College of Agriculture Rayhan.
10. Babaee, H. R., Zeinali Khanghah, H. & Taremi, E. R. (2010). Genetic analysis of agronomic traits and seed shattering in soybean (*Glycine max* L.). *Seed and Plant Journal*, 28(4).
11. Bekaee, E. S., Babaee, H. R., Habibi, D., Javidfar, F. & Mohamadi, E. (2008). Evaluation of different soybean genotypes under drought stress. *Journal of Agriculture and Plant Breeding*, 4(1), 27-38.
12. Bokaei, A. S., Babaee, H. R., Habibi, D., Javidfar, F. & Mohammadi, A. (2008). Path analysis for grain yield in soybean under different irrigaton conditions. In: Procceding of *the 10th Iranian Congress of Crop Science* 18-20 Aug. 2008. Karaj. Iran. (in Farsi)
13. Desclaux, D. & Roumet, P. (1996). Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L. Merr) cultivars. *Field Crops Research*, 46, 61-70.
14. Desclaux, D., Huynh, T. & Roumet, P. (2000). Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Science*, 40, 716-722.
15. Dennis, B. E. & Bruening, W. P. (2000). Potential of early maturing soybean cultivars in late plantings, *Agronomy Journal*, 92, 532-537.
16. Desclaux, D. & Roumet, P. (1996). Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L. Merr) cultivars. *Field Crops Research*, 46, 61-70.
17. Desclaux, D., Huynh, T. & Roumet, P. (2000). Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Science*, 40, 716-722.
18. Dennis, B. E. & Bruening, W. P. (2000). Potential of early maturing soybean cultivars in late plantings, *Agronomy Journal*, 92, 532-537
19. Dogan, E., Kirnak, H. & Copur, O. (2007). Deficit irrigations during soybean reproductive stages and CROPGRO-soybean simulations under semi-arid climatic condition, *Field Crop Res*, 103, 154-159.
20. Ehdaee, B. (2007). *Plant Breeding*. First edition. Tehran University Press. Page 590.
21. Farshadfar, E. (1998). *The application of quantitative genetics in plant breeding*. Volume II, Razi University Press. Page 258.
22. Fehr, W. R. & Caviness, C. E. (1977). *Stages of soybean development*. Cooperative Extension Service, Agriculture and Home Economics Experiment Station, Iowa State University, Ames, Iowa.
23. Frederick, J. R., Camp, C. R. & Bauer, J. B. (2001). Drought stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Sci*, 41, 759-763
24. Fehr, W. R., Caviness, C. F., Burmood, D. T. & Pennington, J. S. (1971). Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci*, 11, 929-931.
25. FAOSTAT: Production, Crops, Cassava. (2014). data". *Food and Agriculture Organization.*
26. FAOSTAT: Production, Crops, Cassava. (2010). data*". Food and Agriculture Organization*.
27. Goupta, C. & Koomar, G. (2003). Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signaling, *New Phytol*, 146(2), 359-388.
28. Goupta, C. & Koomar, G. (2003). Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signaling, *New Phytol*, 146(2), 359-388.
29. Hossain, M. M., Xueyi, L., Xusheng, Q., Hon-Ming, L. & Jianhua, Z. (2014). Differences between *soybean genotypes in physiological response to sequential soi*l drying and rewetting, *The Crop Journal*, http://dx.doi.org/10.1016/j.cj.2014.08.001.
30. Izanlou, E., Zeinali Khanghah, H., Hoseinzadeh, E. & Majnoun Hodeini, N. (2002). *Determination of the best indicators of drought tolerance in soybean genotypes business*. Abstracts of the Seventh Congress of Crop Sciences, Karaj, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj.
31. Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O. & Rouphael, Y. (2005). Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. *Agricultural and Water Management*, 75(3), 226-244.
32. Kirnak, H., Dogan, E., Alpaslan, M., Celik, S., Boydak, E. & Copur, O. (2008). Drought stress imposed at different reproductive stages influences growth yield and seed composition of soybean. *The Philippine Agricultural Scientist*, 91(3), 261-268.
33. Kang, M. S. (1993). Simultaneous Selection for yield and stability in crop performance. Consequences for growers. *Agronomy Journal*, 85, 754-757.

Archive of SID

www.SID.ir

34. Latifi, N. (1996). *Soybean agriculture*. Publications University of Mashhad. Page 282.
35. Masoumi, H., Masoumi, M., Darvish, F., Daneshian, J., Nourmohammadi, GH. & Habibi, D. (2010). Change in several Antioxidant Enzymes Activity and Seed Yield by Water Deficit Stress in Soybean (*Glycine max* L.) Cultivars. *Not Bot Hort Agrobot Cluj*, 38(3), 50-59.
36. Mohagheghin, A., Rabee, B., Kafi Ghasemi, A. & Jvaher Dashti, M. (2008). Correlation between morphological traitd and grain yield in soybean. In: Procceding of *the 10th Iranian Congress of Crop Science*. 18-20 Aug. 2008. Karaj. Iran. (in Farsi)
37. Mogtahedi, E. & Lashgari, H. (1981). Soybean agriculture. Sixth edition. Joint-stock enterprise development and cultivation of oilseeds. 28 pages.
38. Muchow, R. C., Sinclair, T. R. & Hammond, L. C. (1986). Response of leaf growth, leaf nitrogen, and stomatal conductance to water deficits during vegetative growth of field-grown soybean. *Crop Science*, 192, 26.
39. Liu, F. L., Jensen, C. R. & Andersen, M. N. (2004). Pot set related to photosynthetic rate and endogenous ABA in soybean subject to different water regimes and exogenous ABA and BA at early reproductive stages. *Ann Bot*, 94, 405-411.
40. Liu, F., Andersen, M. N., Jacobsen, S. E. & Jensen, C. R. (2005). Stomatal control and water use efficiency of soybean (*Glycine max* L. Merr.) during progressive soil drying. *Environ Exp Bot*, 54, 33-40.
41. Li, F. M., Wang, P., Wang, J. & Xu, J. Z. (2004). Effects of irrigation before sowing and plastic film mulching on yield and water uptake of spring wheat in semi-arid Loess Plateau of China. *Agricultural and Water Management*, 67(2), 77-88.
42. Ohashi, Y., Nakayama, N., Saneoka, H., Mohapatra, P. K. & Fujita, K. (2009). Differences in the responses of stem diameter and pod thickness to drought stress during the grain filling stage in soybean plants. *Acta Physiol Plant*, 31(2), 271-277.
43. Payghambari, S. E. & Alipour, H. (2013). *Design additional agricultural experiments*, Second Edition, Tehran University Press. 415 page
44. Ramgiry, S. R. & Raha, P. (1997). Correlation and path analysis for yield and quality attributes in soybean (*Glycine max* L. Merrill). *Crop Res Hisar*, 13(1), 137-142.
45. Rezaeezadeh, E., Yazdi Samadi, B., Ahmadi, M.R. & Zeinali, H. (2004). Investigating the relationship between soybean yield and its components of Path coefficient analysis. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 2(7), 86.
46. Rezaee zadeh, E., Yazdi Samadi, B., Ahmadi, M. & Zeinali, H. (2001). Correlation analysis between yield and the components of soybeans with causality analysis. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 0.114 to 107.
47. Roustaee, M. & Sadeghzadehahari, D. (2003). Evaluate the stability and adaptability of grain yield wheat in cold and moderate. *Journal of Seed Plants*, 19(2), 275-263.
48. Ruhul Amin, A. K. M., Jahan, S. R. A. & Hasanuzzaman, M. (2009). Yield components and yield of three soybean varieties under different irrigation management. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4(1), 40-46.
49. Sabaghpour, S. H., Sadeghi, E. & Malhotra, S. (2003). Present status and future prospects of chickpea cultivation in Iran. In: Proceedings of *International chickpea Con*. j. 20-22. India Gandhi Agricultural University, Raipur Chhattisgarh, India.
50. Samarah, N. H., Mullen, R. E., Cianzio, S. R. & Scott, P. (2006). Dehydrin-like proteins in soybean seeds in response to drought stress during seed filling. *Crop Science*, 46, 2141-2150.
51. Samarah, N. H. (2005). Effect of drought stress on growth and yield of barley. *Agron Sustain Dev*, 25, 145-149.
52. SoilsBokaei, A.S., Babaee, H.R., Habibi, D., Javidfar, F. & Mohammadi, A. (2008). Path analysis for grain yield in soybean under different irrigaton conditions. In: Procceding of *the 10th Iranian Congress of Crop Science* 18-20 Aug. 2008. Karaj. Iran. (in Farsi)
53. Samnonsa, D. J., Peters, D. B. & Himowitz, T. (1980). Screening soybeans for tolerance to moisturestress: a field procedure. *Field Crop Research*, 3, 321.
54. Silvente, S. P., Anatoly, S. & Lara, M. (2012). Metabolite adjustments in drought tolerant and sensitive soybean genotypes in response to water stress, PLoS Onn, http://dx.doi.org/ .1371/*journal.pone*.0038554.
55. Zali, E., Sabaghpour, S. H., Farshadfar, E., Pezeshkpour, P., Safi Khani, M., Sarparast, R. & Hashembeigi, E. (2009). The stability analysis of Chickpea genotypes using the parameter ASU and comparison with other methods of stability analysis. *The Science of Iran Crop Plants*, 40(2), 29-21.

Archive of SID

www.SID.ir