مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۱، ۱۳۸۹ (۲۰۴-۱۹۷)

تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جولخت (*Hordeum vulgare* L.)

شهرام بهرامی[۱]*، محمد رضا بی‌همتا[۲]، محمد سالاری[۳]، محمود سلوکی[۴]، احمد یوسفی[۵] و عباسعلی وهابی سدهی[۶]
۱، ۳، ۴، ۶، عضو هیأت علمی و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل
۲، استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۵، عضو هیأت علمی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۲۹- تاریخ تصویب: ۸۸/۲/۱۳)

چکیده

وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط ایجاب می‌کند که عملکرد ژنوتیپ‌ها در دامنه وسیعی از شرایط محیطی مورد ارزیابی قرار گیرند تا اطلاعات حاصل بتواند کارایی مربوط به گزینش و معرفی آنها را افزایش دهد. به منظور بررسی پایداری و تشخیص ارقام پر محصول و سازگار، عملکرد دانهٔ بیست ژنوتیپ جولخت در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در شش منطقه (کرج، اصفهان، نیشابور، یزد، بیرجند و زرقان) به مدت دو سال (۸۳-۱۳۸۱) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس‌های ساده و مرکب حاکی از وجود تفاوت‌های معنی‌دار بین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها بود. به منظور بررسی دقیق‌تر اثرمتقابل و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار تجزیه پایداری با استفاده از روش‌های واریانس محیطی، ضریب تغییرات محیطی، روش رگرسیونی ابرهارت - راسل، روش رگرسیونی فینلی - ویلکینسون، روش رگرسیونی پرکینز - جینکز، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا، روشهای غیر پارامتری میانگین و انحراف معیار رتبه و روش نسبت شاخص عملکرد انجام شد. نتایج بدست آمده از این روش‌ها تقریباً مشابه بودند. بر اساس اکثر روش‌ها ژنوتیپ‌های آی‌سی‌ان ۳۲۸-۹۳ و آللی /۴/ مولا ۲ به عنوان ارقام پایدار شناخته شدند. ژنوتیپ گلوریا هم مخصوص مناطق نامساعد ضعیف تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: **اثرمتقابل، پایداری، ژنوتیپ، جولخت، عملکرد.**

مقدمه

مطالعه و سنجش میزان سازگاری ارقام در شرایط مختلف از جایگاه ویژه‌ای در اصلاح نباتات برخوردار است. زارعین و اصلاح کنندگان نبات به میزان عملکرد و پایداری واریته اهمیت می‌دهند. میزان عملکرد بستگی به ظرفیت ژنتیکی عملکرد یعنی ژن‌های مثبتی دارد که در جریان اصلاح به رقم وارد شده است. پایداری عملکرد بستگی به ظرفیت رقم از نظر عکس‌العمل در شرایط محیطی متفاوت دارد. پایداری موضوع اثر متقابل واریته و عوامل محیطی است و برآیند این عکس العمل بستگی به ساختار ژنتیکی واریته و شدت عوامل محیطی خصوصاً عوامل محدودکننده محیط دارد، نتیجه همین اثرمتقابل بین واریته و محیط است که تحت عنوان پایداری و سازگاری بیان می‌شود و ژنوتیپی پایدار است که در محیط کمترین واکنش را نشان دهد (Farshadfar, 1999).

مطالعات مربوط به سنجش سازگاری ارقام با روش‌های تجزیه واریانس معمولی آغاز شد و محققان

* نویسنده مسئول: شهرام بهرامی تلفن: ۰۹۱۲-۳۳۸۹۳۸۸ E-mail: bahramish2007@yahoo.com

روش‌های مختلفی را جهت تعیین ارقام سازگار ابداع کردند. Sparague & Federer (1951) پیشنهاد کردند که از اثر متقابل ژنوتیپ×محیط به عنوان معیاری جهت سازگاری ارقام استفاده شود. این روش به علت اینکه نمی‌توانست سازگاری ارقام را به طور جداگانه بررسی کند، کنار گذاشته شد. Comstock & Moll (1963) پیشنهاد کردند که برای کاهش اثر متقابل ژنوتیپ×محیط باید مناطق وسیع را به چند منطقه فرعی تقسیم و سازگاری ارقام را در این مناطق فرعی مورد بررسی قرار داد. Roemer (1917) استفاده از واریانس محیطی را با عنوان پارامتر پایداری پیشنهاد نمود. یعنی رقمی که عملکردش نوسان کمتری در بین محیط‌ها نشان دهد، واریانس آن کوچک‌تر بوده و در نتیجه پایدارتر است. Francis & Kannenberg (1978) به منظور تعیین پایداری ژنوتیپ‌های ذرت از ضریب تغییرات محیطی استفاده کردند که بر طبق این معیار ژنوتیپی پایدار است که ضریب تغییرات آن کمتر باشد. Wrick (1962) پارامتر پایداری اکووالانس را پیشنهاد نمود که مستقیماً به اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط برای هر ژنوتیپ بستگی داشت. Shukla (1972) نیز پارامتر واریانس پایداری را برای هر ژنوتیپ مطرح نمود که بر اساس آن ژنوتیپ پایدار دارای حداقل واریانس بود. احتمالاً اولین کسانی که ضریب رگرسیون خطی را به منظور تشخیص واکنش به خصوص ژنوتیپ‌ها به عوامل آب و هوای متفاوت حساب کردند Stringfield & Salter (1934) بودند. روش رگرسیون توسط Yates & Cochran (1938)، Finlay & Wilkinson (1963)، Eberhart & Russell (1966) و Perkins & Jinks (1968) گسترش یافت.

Pinthus (1973) پیشنهاد کرد که به جای میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون بهتر است از ضریب تبیین استفاده شود، زیرا ضریب تبیین به شدت وابسته به انحراف از خط رگرسیون بوده و بر طبق این پارامتر ژنوتیپی پایدار است که ضریب تبیین آن بالا باشد. Eberhart & Russell (1966) میانگین عملکرد، ضریب رگرسیون و میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون را برای تشخیص ارقام پایدار به کار بردند. به نظر آنها ژنوتیپی پایدار بود که اولاً میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون آن کوچک بوده و ثانیاً ضریب خط رگرسیونی آن معادل یک باشد. با توجه به این که انحراف از خط رگرسیون مربوط به بخش غیرقابل پیش‌بینی تنوع مربوط به هر ژنوتیپ بوده و ضریب رگرسیون نیز پاسخ ویژه ژنوتیپ‌ها به اثرات محیطی را نشان می‌دهد، بنابراین به ترتیب به عنوان پارامترهای پایداری و پاسخ در نظرگرفته می‌شود. Perkins & Jinks (1968) نیز دو پارامتر ضریب خط رگرسیون و انحراف از خط رگرسیون را به عنوان پارامترهای پایداری به کار بردند با این تفاوت که در این مدل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای شاخص محیطی محاسبه می شود.

روش‌های غیرپارامتری زیادی برای تعیین پایداری ارقام پیشنهاد شده است که در اکثر آنها ارقام هر محیط رتبه‌بندی می‌شود و ژنوتیپی پایدار محسوب می‌شود که در همه محیط‌ها رتبه مشابه داشته باشند (Hanuman & Prahakaaran, 2001; Kamidi, 2001; Rao & Prabhakaran, 2000). Rao & Prabhakaran (2000) عنوان نمودندکه وقتی که روش‌های پارامتری به خاطر اثرمتقابل غیرخطی ژنوتیپ و محیط قابل توضیح و تفسیر نباشند استفاده از روش‌های غیرپارامتری لازم و ضروری است.

Cocks (1995) در طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۸۹ تولید بذر یونجه یکساله را از چهار مکان در کشورهای سوریه و اردن اندازه گیری نمود. در این مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط با استفاده از تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون خطی فینلی ـ ویلکینسون و تجزیه رگرسیون پرکینز- جینکز بررسی شد.

Rashid et al. (2002) طی آزمایشی به منظور تعیین پایداری ژنوتیپ‌های خردل از روش تجزیه واریانس محیطی، واریانس شوکلا، اکووالانس ریک و روش رگرسیون ابرهارت-راسل استفاده نمود. Ali Navaz et al. (2001) طی تحقیقی که بر روی ژنوتیپ‌های پنبه انجام داد، ضمن تعیین ژنوتیپ‌های پایدار، روش رگرسیون ابرهارت ـ راسل را به عنوان یک روش مناسب برای تعیین پایداری ژتوتیپ‌ها معرفی نمود.

به هرحال باتوجه به موارد فوق، پایداری بایستی به عنوان یک جنبه مهم آزمایش‌های مقایسه عملکرد در

نظر گرفته شود زیرا اثر متقابل ژنوتیپ در محیط می‌تواند هرگونه پیشرفت ناشی از گزینش را کاهش دهد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر علاوه بر بررسی اثرمتقابل ژنوتیپ و محیط، بررسی سازگاری ارقام و معرفی ارقام پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

با در نظر گرفتن این که آزمایشات ناحیه‌ای مستلزم چند سال تکرار آزمایش درچند ایستگاه تحقیقاتی می‌باشند لذا ۲۰ ژنوتیپ جو لخت که همگی معرفی شده از مراکز تحقیقاتی دیگر کشورها می‌باشند که فهرست آن‌ها در جدول ۱ آمده است انتخاب و به مدت ۲ سال (۸۳-۱۳۸۱) در ۶ ایستگاه مختلف در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد بررسی قرارگرفتند.

جدول ۱- فهرست ژنوتیپ‌های جو لخت مورد مطالعه

شماره	ژنوتیپ	شماره	ژنوتیپ
۱	EHBYTM80-1	۱۱	ICNBF 8-582
۲	ALELI/4/MOLA/2…	۱۲	ICNB 93-328
۳	ALELI/4/MOLA/3…	۱۳	SB91925
۴	CONDOR-BAR/4/…	۱۴	BF 891M-592
۵	BF 891M-609	۱۵	GLORIA
۶	SB 91488	۱۶	ICNBF 8-617
۷	SB 91915	۱۷	ICNBF 8-653
۸	ICNBF 8-611	۱۸	SB 91925
۹	CENTENO/CAM/…	۱۹	ICNB 93-369
۱۰	LINO (CMB92. 392-A-…)	۲۰	EHBYTM 80-20

ایستگاه‌های تحقیقاتی در زمره مناطق معتدل کشور شامل ایستگاه نیشابور در شمال شرقی کشور، ایستگاه‌های یزد، کرج و اصفهان واقع در مرکز کشور، ایستگاه بیرجند درشرق کشور و ایستگاه زرقان در جنوب کشور بودند.

نظر به اینکه آزمایش‌ها در دو سال و شش مکان انجام شد، جمعاً تعداد محیط‌ها دوازده عدد بود. در محیط‌های مذکور آزمایش‌ها به طور یکنواخت به اجرا درآمد و رقم ها نیز به عنوان فاکتور ثابت در نظر گرفته شد. طول هرکرت ۵ متر و عرض آن ۱/۲۰ متر بود. در نتیجه مساحت هرکرت برابر ۶ مترمربع بود که در هنگام برداشت از دو طرف هرکرت ۰/۵ متر حذف شد و در نهایت مساحت برداشت به ۴/۸ مترمربع تقلیل یافت. لازم به ذکر است که برداشت از سه خط وسط صورت گرفت. تاریخ‌های کاشت در ایستگاه‌های ذکر شده از اواسط مهر تا اواخر آبان ماه بود.

در مرحله برداشت میزان عملکرد برای هر ژنوتیپ در هر محیط به صورت کیلوگرم در واحد آزمایشی (۴/۸ مترمربع) تعیین و به تن در هکتار تبدیل شد. تجزیه آماری عملکرد دانه بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها برمبنای آزمون دانکن انجام شد. تجزیه مرکب مناطق نیز پس از آزمون بارتلت انجام شد. برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌های مورد بررسی از پارامترهای ضریب تغییرات محیطی، اکوالانس ریک، واریانس شوکلا، ضریب رگرسیون فینلی و ویلکینسون، ضریب رگرسیون ابرهارت و راسل، میانگین و انحراف معیار رتبه و نسبت شاخص عملکرد استفاده گردید.

در روش‌های ضریب تغییرات محیطی، اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا ژنوتیپ‌های دارای حداقل مقدار به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند. در روش‌های مبتنی بر رگرسیون، ژنوتیپ‌هایی با ضریب رگرسیون برابر یک و انحراف از رگرسیون برابر صفر به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار تلقی می‌گردیدند.

در روش میانگین و انحراف معیار رتبه، ژنوتیپ‌هایی که دارای میانگین رتبه عملکرد کمتری در کلیه محیط‌ها هستند به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار تلقی می‌شوند. روش نسبت شاخص عملکرد برمبنای نسبت میانگین ژنوتیپ به میانگین تمام ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد بررسی و برحسب درصد است. برپایه این روش غیرپارامتری ژنوتیپی پایدار است که نسبت شاخص عملکرد بیشتری داشته باشد. به منظور تجزیه آماری این تحقیق از نرم‌افزارهای SAS، SPSS، MINITAB، S116 و Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

در تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه (جدول۲) اثر سال و اثر مکان معنی‌دار نگردید، که این بدان معنا است که بین سال‌ها و بین مکان‌ها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. اثرات متقابل ژنوتیپ × سال و ژنوتیپ× مکان معنی‌دار نگردید و چون مقایسه میانگین

بین ژنوتیپ در سال‌ها و ژنوتیپ در مکان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد بنابراین میانگین ژنوتیپ‌ها مستقل از اثرات سال‌ها و مکان‌ها مقایسه گردید. همچنین اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ×سال×مکان معنی‌دار گردید که نشان دهنده تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف بود. آزمایش‌های Shah Mohammadi (2004) نیز حاکی از وجود اثرات متقابل معنی‌دار سال × ژنوتیپ × مکان برای ژنوتیپ‌های جو بوده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد جو لخت در مناطق مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
مکان	۵	۴۰۵/۴۹۵	۸۱/۰۹۹ ns
سال	۱	۰/۴۵۵	۰/۴۵۵ ns
سال × مکان	۵	۱۳۷/۶۹۳	۲۷/۵۳۸**
خطای ۱	۲۴	۱۳/۳۰۵	۰/۵۵۴
ژنوتیپ	۱۹	۶۷/۴	۳/۵۴۷*
مکان × ژنوتیپ	۹۵	۱۰۴/۲۶۱	۱/۰۹۷ns
سال × ژنوتیپ	۱۹	۲۵/۲۵۳	۱/۳۲۹ns
سال × مکان × ژنوتیپ	۹۵	۸۴/۵۸۳	۰/۸۹**
خطای ۲	۴۵۶	۱۷۲/۰۱۷	۰/۳۷۷
کل	۷۱۹	۱۰۱۰/۴۶۳	
C.V٪	۱۳/۷۸		

بررسی‌های Sadri & Sami'azadeh (1995) در مورد ژنوتیپ‌های حبوبات (لوبیا) حاکی از وجود اثر متقابل معنی‌دار سال×مکان بوده است. ایشان توانسته اند ارقام را از نظر عملکرد و پایداری آن ها به چهار گروه تقسیم نمایند. در مطالعات .Kang et al (1991) بر روی پنج ژنوتیپ ذرت نیز اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در تمام آزمایش‌ها معنی‌دار بود. آنها خاطر نشان کردند زمانی که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار است انتخاب براساس عملکرد به تنهایی کافی نمی باشد.

در مطالعه دیگری که بر روی چند ژنوتیپ خردل وکلزا انجام شده است، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط عملکرد دانه خردل و کلزا برای بررسی پایداری وسازگاری آنها به شرایط مختلف محیطی تجزیه شد. در این آزمایش رگرسیون عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها بر روی میانگین دانه هر محیط معنی‌دار بود و ۹۲ درصد تغییرات در داده‌ها را توجیه می‌کرد (Gunasekera et al., 2003).

در آزمایش‌های دارای مکان و سال یکی از مشکلات اساسی ارزیابی ژنوتیپ‌ها این است که اثر مکان می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای از سالی به سال دیگر متغیر باشد و این عمل به وسیله معنی‌دار شدن اثرمتقابل مکان × سال در جدول تجزیه واریانس معلوم می شود (جدول۲). در بررسی میانگین کل ژنوتیپ‌ها (جدول ۴) بیشترین عملکرد را ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۲، ۱۳ و ۱۲ به ترتیب با ۵/۰۳۴، ۴/۹۴۵۰، ۴/۸۸۲ و ۴/۸۷۵ تن در هکتار تولید نمودند حال آن که حداقل میانگین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ شماره ۱۵ با ۳/۹۰۴ تن در هکتار بود.

از آنجا که اثر متقابل ژنوتیپ × سال × مکان معنی‌دار شده بود لذا استفاده از تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین تیمارها براساس خطای محاسبه شده کافی نبود، بنابراین برای تعیین درجه سازگاری و گروه‌بندی ارقام از روش‌های مختلف تجزیه پایداری استفاده گردید.

نتایج تجزیه پایداری براساس مدل Eberhart & Russell (1966) در جدول ۳ نشان داده شده است. اثرات ژنوتیپ‌ها معنی‌دار شد، یعنی بین ژنوتیپ‌ها اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد. اثرات محیط هم معنی‌دار شده است این مطلب بدان معناست که محیط‌ها نیز با یکدیگر اختلاف بسیار معنی‌داری دارند. اثرمتقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار شده است که حاکی از عکس العمل متفاوت ارقام در پاسخ با شرایط محیطی است. میانگین مربعات انحراف از رگرسیون برای ارقام شماره ۱ و ۱۵ معنی‌دارشد که نشان دهنده پراکندگی عملکرد ارقام را در اطراف خط رگرسیون است.

نتایج بررسی سازگاری ارقام با استفاده از پارامترهای پایداری ابرهارت و راسل به همراه میانگین و ضریب تشخیص هر رقم در جدول ۴ آورده شده است.

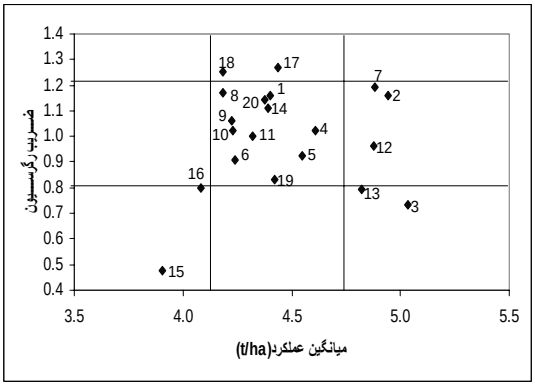
موقعیت کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه و ضریب خط رگرسیون در شکل ۱ نشان داده شده است. در این شکل دو خط عمودی به میزان یک انحراف معیار بالاتر و پایین‌تر از میانگین کل آزمایش قرار دارند و دو خط افقی نیز به اندازه یک

انحراف معیار بالاتر و پایین‌تر از ضریب خط رگرسیون متوسط واقع شده‌اند. بر این اساس ارقام شماره ۲، ۷ و ۱۲ با داشتن عملکرد بالا، همراه ضریب رگرسیونی نزدیک به یک ارقامی با سازگاری عمومی خوب شناخته شدند.

جدول ۳- تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو لخت در محیط‌های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات
(ژنوتیپ× محیط) + محیط	۲۲۰	۲۷۲/۶۰۹	۱/۲۳۹**
ژنوتیپ	۱۹	۲۲/۴۵	۱/۱۸**
محیط	۱۱	۱۸۱/۱۹	۱۶/۴۷**
محیط × ژنوتیپ	۲۰۹	۷۱/۳۴	۰/۳۴**
محیط خطی	۱	۱۸۱/۱۹	۱۸۱/۱۹**
ژنوتیپ در محیط خطی	۱۹	۶/۹۵	۰/۳۷^{ns}
انحراف از رگرسیون	۲۰۰	۶۴	۰/۳۲^{ns}
ژنوتیپ۱	۱۰	۶/۰۷۹	۰/۶۰۷۹*
ژنوتیپ۲	۱۰	۱/۷۵۵	۰/۱۷۵۵^{ns}
ژنوتیپ۳	۱۰	۲/۹۱۲	۰/۲۹۱۲^{ns}
ژنوتیپ۴	۱۰	۴/۹۷۴	۰/۴۹۷۴^{ns}
ژنوتیپ۵	۱۰	۴/۴۱	۰/۴۴۱^{ns}
ژنوتیپ۶	۱۰	۴/۵۹۳	۰/۴۵۹۳^{ns}
ژنوتیپ۷	۱۰	۲/۳۵۹	۰/۲۳۵۹^{ns}
ژنوتیپ۸	۱۰	۱/۴۱۵	۰/۱۴۱۵^{ns}
ژنوتیپ۹	۱۰	۰/۶۷۴	۰/۰۶۷۴^{ns}
ژنوتیپ۱۰	۱۰	۳/۲۱۶	۰/۳۲۱۶^{ns}
ژنوتیپ۱۱	۱۰	۳/۸۱۴	۰/۳۸۱۴^{ns}
ژنوتیپ۱۲	۱۰	۴/۸۱۳	۰/۴۸۱۳^{ns}
ژنوتیپ۱۳	۱۰	۱/۷۰۷	۰/۱۷۰۷^{ns}
ژنوتیپ۱۴	۱۰	۲/۹۱۳	۰/۲۹۱۳^{ns}
ژنوتیپ۱۵	۱۰	۶/۷۲۶	۰/۶۷۲۶*
ژنوتیپ۱۶	۱۰	۲/۴۷۱	۰/۲۴۷۱^{ns}
ژنوتیپ۱۷	۱۰	۲/۰۵۲	۰/۲۰۵۲^{ns}
ژنوتیپ۱۸	۱۰	۲/۹۵۴	۰/۲۹۵۴^{ns}
ژنوتیپ۱۹	۱۰	۲/۰۵۱	۰/۲۰۵۱^{ns}
ژنوتیپ۲۰	۱۰	۲/۵۰۳	۰/۲۵۰۳^{ns}
اشتباه مرکب	۴۵۶	۱۷۲/۰۱۷	۰/۳۷۷

ارقام شماره ۳ و ۱۳ با اینکه دارای عملکرد بالایی هستند ولی ضریب رگرسیون آنها کوچک‌تر از یک می‌باشد لذا این ارقام دارای سازگاری خصوصی خوب در مناطق با شرایط محیطی نامساعد بوده‌اند. ارقام شماره ۱۷ و ۱۸ دارای سازگاری خصوصی متوسط در مناطق محیطی مساعد بوده و رقم شماره ۱۶ دارای سازگاری عمومی ضعیف می‌باشد و رقم شماره ۱۵ با داشتن پایین‌ترین میانگین عملکرد و ضریب رگرسیونی پایین، رقمی با سازگاری خصوصی ضعیف با محیط نامساعد محسوب می‌شود و سرانجام سایر ارقام با میانگین معادل میانگین کل و ضریب رگرسیونی نزدیک به متوسط دارای سازگاری عمومی متوسط بوده است.



شکل ۱- دیاگرام پراکنش ژنوتیپ‌های جو لخت بر حسب عملکرد دانه و ضریب رگرسیون

Bloch et al. (1997) در طی تحقیقی که بر روی لاین‌های کتان انجام داد به این نتیجه رسید که لاین‌هایی با عملکرد کمتر از میانگین کل و ضریب رگرسیونی نزدیک به یک، بهتر است که در محیط‌های مرغوب کشت شود. ضمن این که Naveed et al. (2006) نیز طی تحقیق خود به همین نتیجه رسیدند. از سوی دیگر Sial et al. (2000) در طی بررسی‌هایی که بر روی ژنوتیپ‌های گندم انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که ژنوتیپ‌هایی با ضریب رگرسیونی بالا و عملکرد کمتر از میانگین کل برای محیط‌های ضعیف مناسب هستند.

براساس واریانس محیطی ارقام شماره ۱۳ و ۳ به عنوان ارقام پایدار شناخته شدند که علاوه بر برخورداری از کمترین واریانس محیطی، دارای میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل بودند (جدول ۵). براساس ضریب تغییرات محیطی ژنوتیپ‌های شماره ۱۳، ۳، ۱۲ و ۲ علاوه برداشتن کمترین ضریب تغییرات دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل می‌باشند و به عنوان ارقام پایدار شناخته شدند (جدول۵). با استفاده از دو پارامتر پایداری اکووالانس ریک و واریانس شوکلا پایدارترین واریته‌ها به ترتیب ارقام شماره ۹، ۸، ۲ و ۱۳ می‌باشند

جدول۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ و پارامتر های پایداری ابرهارت و راسل برای ارقام جو لخت.

میانگین عملکرد (t/ha)		ژنوتیپ	ضریب تشخیص (R_i^2)	انحراف از خط رگرسیون (Si^2)	ضریب رگرسیون ابرهارت- راسل (b_i)	میانگین عملکرد (t/ha)	ژنوتیپ
۵/۰۳۴	a	۳	۶۶/۷	۰/۴۸۲	۱/۱۵۹^{ns}	۴/۴۰۳	۱
۴/۹۴۵	ab	۲	۸۷/۴	۰/۰۴۹	۱/۱۵۹^{ns}	۴/۹۴۵	۲
۴/۸۸۱	abc	۷	۶۲/۵	۰/۱۶۵	۰/۷۳۲^{ns}	۵/۰۳۴	۳
۴/۸۷۵	abc	۱۲	۶۵/۷	۰/۳۷۱	۱/۰۲۳ ^{ns}	۴/۶۰۸	۴
۴/۸۲۱	abcd	۱۳	۶۳/۷	۰/۳۱۵	۰/۹۲۳ ^{ns}	۴/۵۴۷	۵
۴/۶۰۸	abcde	۴	۶۱/۸	۰/۳۳۳	۰/۹۰۶^{ns}	۴/۲۳۹	۶
۴/۵۴۷	abcdef	۵	۸۴/۵	۰/۱۱۰	۱/۱۹۳^{ns}	۴/۸۸۱	۷
۴/۴۳۸	abcdef	۱۷	۸۹/۸	۰/۰۱۵	۱/۱۷۱^{ns}	۴/۱۸۴	۸
۴/۴۲۰	abcdef	۱۹	۹۳/۸	-۰/۰۵۹	۱/۰۶۳^{ns}	۴/۲۲۳	۹
۴/۴۰۳	abcdef	۱	۷۴/۷	۰/۱۹۵	۱/۰۲۵^{ns}	۴/۲۳۰	۱۰
۴/۳۹۱	bcdef	۱۴	۷۰/۵	۰/۲۵۷	۱/۰۰۲^{ns}	۴/۳۲۱	۱۱
۴/۳۷۸	bcdef	۲۰	۶۳/۶	۰/۳۵۵	۰/۹۶۵^{ns}	۴/۸۷۵	۱۲
۴/۳۲۱	bcdef	۱۱	۷۷/۰	۰/۰۴۶	۰/۷۹۳^{ns}	۴/۸۲۱	۱۳
۴/۲۳۹	cdef	۶	۷۹/۳	۰/۱۶۴	۱/۱۱۲^{ns}	۴/۳۹۱	۱۴
۴/۲۳۰	cdef	۱۰	۲۳/۴	۰/۵۴۸	۰/۴۷۶^{ns}	۳/۹۰۴	۱۵
۴/۲۲۲	def	۹	۷۰/۰	۰/۱۲۱	۰/۷۹۹^{ns}	۴/۰۸۲	۱۶
۴/۱۸۵	def	۱۸	۸۷/۷	۰/۰۷۸	۱/۲۷۱^{ns}	۴/۴۳۸	۱۷
۴/۱۸۴	def	۸	۸۲/۹	۰/۱۷۰	۱/۲۵۳^{ns}	۴/۱۸۵	۱۸
۴/۰۸۲	ef	۱۶	۷۵/۴	۰/۰۸۰	۱/۸۳۲^{ns}	۴/۴۲۰	۱۹
۳/۹۰۴	F	۱۵	۸۲/۵	۰/۱۲۵	۱/۱۴۱^{ns}	۴/۳۷۸	۲۰

جدول ۵- پارامتر های مختلف پایداری در ژنوتیپ‌های جو لخت

پرکینز و جینکز	فینلی و ویلکینسون	ریک	شوکلا	ضریب تغییرات محیطی	واریانس محیطی	میانگین عملکرد	ژنوتیپ
۰/۱۵۹	۰/۱۵۹	۶/۳۰۷	۰/۶۱۸	۲۹/۲۶	۱/۶۶	۴/۴۰۳	۱
۰/۱۵۹	۰/۱۵۹	۱/۹۷۶	۰/۱۸۱	۲۲/۷۶	۱/۲۷	۴/۹۴۵	۲
-۰/۲۶۸	۰/۷۳۲	۳/۵۵۷	۰/۳۴	۱۷/۱۷	۰/۷۴	۵/۰۳۴	۳
۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۵/۰۰۷	۰/۴۸۷	۲۴/۸۳	۱/۳۸	۴/۶۰۸	۴
-۰/۰۷۷	۰/۹۲۳	۴/۴۷۵	۰/۴۳۳	۲۳/۱	۱/۱	۴/۵۴۷	۵
-۰/۰۹۴	۰/۹۰۶	۴/۶۸	۰/۴۵۴	۲۴/۶۹	۱/۰۹	۴/۲۳۹	۶
۰/۱۹۳	۰/۱۹۳	۲/۶۸۹	۰/۲۵۳	۲۴/۱۳	۱/۳۹	۴/۸۸۱	۷
۰/۱۷۱	۰/۱۷۱	۱/۶۸۲	۰/۱۵۱	۲۶/۸۱	۱/۲۶	۴/۱۸۴	۸
۰/۰۶۳	۱/۰۶۳	۰/۷۱	۰/۰۵۳	۲۳/۵۹	۰/۹۹۲	۴/۲۲۳	۹
۰/۰۲۵	۱/۰۲۵	۳/۲۱۵	۰/۳۰۶	۲۵/۴۴	۱/۱۶	۴/۲۳۰	۱۰
۰/۰۰۲	۱/۰۰۲	۳/۸۲۶	۰/۳۶۷	۲۵/۰۸	۱/۱۷	۴/۳۲۱	۱۱
-۰/۰۳۵	۰/۹۶۵	۴/۸۱۹	۰/۴۶۸	۲۲/۴۷	۱/۲	۴/۸۷۵	۱۲
-۰/۲۰۷	۰/۷۹۳	۲/۱۰۳	۰/۱۹۳	۱۷/۰۳	۰/۶۷	۴/۸۲۱	۱۳
۰/۱۱۲	۱/۱۱۲	۳/۰۱۷	۰/۲۸۶	۲۵/۷۸	۱/۲۸	۴/۳۹۱	۱۴
-۰/۵۲۴	۰/۴۷۶	۹/۲۲۴	۰/۹۱۳	۲۲/۹	۰/۸	۳/۹۰۴	۱۵
-۰/۲۰۱	۰/۷۹۹	۲/۸۴۲	۰/۲۶۸	۲۱/۲۲	۰/۷۵	۴/۰۸۲	۱۶
۰/۲۷۱	۱/۲۷۱	۲/۷۰۶	۰/۲۵۴	۲۷/۷۴	۱/۵۱	۴/۴۳۸	۱۷
۰/۲۵۳	۱/۲۵۳	۳/۵۳۸	۰/۳۳۸	۲۹/۸۶	۱/۵۶	۴/۱۸۵	۱۸
-۰/۱۶	۰/۸۳۲	۲/۳۱۲	۰/۲۱۵	۱۸/۹۸	۰/۷	۴/۴۲۰	۱۹
۰/۱۴	۱/۱۴	۲/۶۸۲	۰/۲۵۲	۲۶/۰۲	۱/۳	۴/۳۷۸	۲۰

در حالی که ارقام شماره ۲ و ۱۳ دارای میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل بودند و جزء ارقام پایدار محسوب می‌گردند و ارقام شماره ۱۵ و۱ به ترتیب ناپایدارترین ارقام معرفی شدند (جدول۵) با استفاده از پارامتر ضریب رگرسیون پرکینز- جینکز بدست آمده، ارقام شماره ۱۲ و ۴ از پایدارترین و پرمحصول‌ترین ارقام و رقم شماره ۱۵ ناپایدارترین رقم محسوب می‌شود (جدول ۵). بر اساس پارامتر ضریب رگرسیون فینلی و ویلکینسون پایدارترین رقم شماره ۱۲ و بعد از آن ارقام شماره ۴ و ۵ قراردارند (جدول ۵). براساس میانگین و انحراف معیار رتبه ژنوتیپ شماره ۲ با کمترین مقدار میانگین و انحراف معیار به عنوان پایدارترین رقم از نظر این روش بود و بعد از آن ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۱۲، ۱۳ و ۷ قرار داشتند. در این روش ارقام شماره ۱۶ و ۱۵ بالاترین میانگین و انحراف معیار رتبه را دارا بودند و ناپایدار تلقی شدند (جدول ۶). با مقایسه این روش با روش ابرهارت - راسل پنج رقم معرفی شده این معیار تشابه کاملی با ارقام پایدار روش ابرهارت - راسل داشتند. ولی ارقام در این روش قابل گروه‌بندی برای سازگاری عمومی و خصوصی نمی‌باشند (Lin et al., 1986).

با استفاده از روش نسبت شاخص عملکرد پایدارترین رقم، ژنوتیپ شماره ۳ با بالاترین نسبت شاخص عملکرد می‌باشد. بعد از آن ارقام شماره ۲، ۷، ۱۲ و ۱۳ می‌باشند. ضمن اینکه رقم شماره ۱۵ از نسبت شاخص عملکرد پایینی برخوردار بود و ناپایدار تلقی شد (جدول۶). نتایج این روش نیز همانند روش قبل مشابه روش پایداری ابرهارت - راسل می باشد.

در کل با توجه به همسویی نسبی نتایج حاصل از روش‌های مختلف و عمدتاً بر اساس روش ابرهارت ـ راسل می‌توان اظهار داشت که در این آزمایش ژنوتیپ‌های آی سی ان بی ۳۲۸- ۹۳ و آللی/۴ / مولا ۲ به عنوان پایدارترین ارقام شناخته شدند و ژنوتیپ گلوریا به عنوان ناپایدارترین رقم و مخصوص مناطق نامساعد ضعیف تشخیص داده شد.

جدول۶- تجزیه پایداری ارقام جو لخت بر اساس روش‌های غیر پارامتری

ژنوتیپ	میانگین رتبه ($\bar{R}_i$)	انحراف معیار رتبه ($STD-R$)	نسبت شاخص عملکرد ($Y.I.R$)
۱	۱۱/۲۵	۶/۵۷	۹۸/۸۳
۲	۵/۱۷	۴/۲۶	۱۱۱
۳	۵/۶۷	۳/۶۵	۱۱۳
۴	۸/۸۳	۶/۰۴	۱۰۳/۴۳
۵	۱۰/۲۵	۶/۰۶	۱۰۲/۰۶
۶	۱۲/۰۸	۵/۲۵	۹۵/۱۵
۷	۶/۷۵	۴/۲۹	۱۰۹/۵۶
۸	۱۳/۱۷	۴/۶۵	۹۳/۹۲
۹	۱۴/۰۸	۳/۳۴	۹۴/۷۹
۱۰	۱۲/۵	۵/۴۵	۹۴/۹۵
۱۱	۱۲/۵۸	۶/۳۳	۹۶/۹۹
۱۲	۶/۵	۶/۰۱	۱۰۹/۴۳
۱۳	۶/۶۷	۴/۱۸	۱۰۸/۲۱
۱۴	۱۰/۹۲	۵/۹۱	۹۸/۵۶
۱۵	۱۳/۸۳	۶/۸۲	۸۷/۶۳
۱۶	۱۴/۰۸	۳/۶	۹۱/۶۳
۱۷	۱۰/۸۳	۴/۵۷	۹۹/۶۲
۱۸	۱۳/۸۳	۴/۹۵	۹۳/۳۳
۱۹	۱۰/۰۸	۵/۷۷	۹۹/۲۱
۲۰	۱۰/۹۲	۴/۵۴	۹۸/۲۷

سپاسگزاری

از آقایان مهندس مرتضویان از دانشگاه تهران و مهندس نیکخواه و سایر کارمندان موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به خاطر همکاری در اجرا و راهنمایی و مساعدت در انجام تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

1. Ali, N., Nawaz, M. S., Mirza, M. Y. & Hazara, G. R. (2001). Stability analysis for pod yield in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Pak J Bot*, 33, 191-196.
2. Baloch, M. J., Bhutto, H. & Lakho, A. R. (1997). Combining ability estimates of highly adapted tester liner crossed with pollinator in breeds of cotton. *Pak J Sci Ind Res*, 40, 95-98.
3. Cocks, P. S. (1995). Genotype×site interaction in annual alfalfa seed production in west of Asia. *Journal of Agricultural Science*, 22, 932-935.
4. Comstock, R. E. & Moll, P. H. (1963). Genotype-environment interactions. In: Hanson, W.D. and H.F Robinson. (Eds), *Statistical genetics and plant breeding*, 164-196. Washington: Nat. Acd. Sci.
5. Eberhart, S. A. & Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6, 36-40.

6. Farshadfar, E. (1998). *Application of quantitative gentics in plant breeding*. (2nd ed.). Tagh-e-Bostan Publication. Kermanshah. pp 381.
7. Finlay, K. W. & Wilkinson, G. N. (1963). The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14, 742-754.
8. Francis, T. R. & Kannenberg, L. W. (1978). Yield stability studies in short season maize. I-A descriptive method for grouping genotypes. *Can J Plant Sci*, 58, 1029-1034.
9. Gunasekera, C. P., Martin, L. D., Walton, G. H. & Siddigue, H. M. (2003). Genotype×Environment interaction on seed yield of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*Brassica napus* L.) in a mediterranian type environment of south western Australia. In: Proceeding of *the 11th Australian Agronomy Conference*, 2-6 Feb. Geelong, Victoria.
10. Hanuman, L. R. & Prahakaaran, V. T. (2001). A study on the performance of a few non-parametric stability measures using pearl-millet data. *Indian Journal of Genetics*, 61, 7-11.
11. Kamidi, R. (2001). Relative stability, performance and superiority of crop genotype across environments. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 6, 449-460.
12. Kang, M. S., Gorman, P. D. & Pham, N. H. (1991). Application of stability statistic to international maize yield trails. *Theoretical and Applied Genetics*, 81,162-165.
13. Lin, C. S., Binns, M. R. & Lefcovitch, L. P. (1986). Stability analysis: where do we stand? *Crop Science*, 26, 894-900.
14. Naveed, M., Mukhtar, N., Farooq, J., Ilyas, M. & Ul Islam, N. (2006). Evaluation of some new strains of Gossypium hirsutum L. for yield stability across environments. *Int J Agric Sci*, 1813-2235.
15. Perkins, J. M. & Jinks, J. L. (1968). Environment and genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 23, 339-356.
16. Pinthus, M. J. (1973). Estimate of genotypic value: A proposed method. *Euphytica*, 22, 121-123.
17. Rao, A. R. & Prabhakaran, V. T. (2000). On some useful interrelationship among common stability parameters. *Indian Journal of Genetics*, 60, 25-36.
18. Rashid, A., Hazara, G. R., Javed, N., Nawaz, M. S. & Ali, G. M. (2002). Genotype×Environment Interaction and Stability Analysis in Mustard. *Asian J Plant Sci*, 5, 591-592.
19. Roemer, T. (1917). Sind die ertragsreichen Sorten ertragssichers? Mitt. DLG. 87-9.
20. Sadri, B. & Samiezadeh, H. (1994). Study of yield trials and adaptibility of cowpea genotypes, *3rd Iranian Agronomy & Plant Breeding Congress*, Tabriz. pp 198.
21. Shahmohammadi, M. (2003). *Analysis of genotype×environment interactions in barley genotypes using AMMI method and comparison with other methods*. M. Sc. Plant Breeding Dissertation, Tarbiat Modares University, pp 132.
22. Shukla, G. K. (1972). Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 29, 237-245.
23. Sial, M. A., Arain, M. A. & Ahmad, M. (2000). Genotype×Environment interaction on bread wheat grown over multiple sites and years in Pakistan. *Pak J Bot*, 32, 85-91.
24. Sparague, G. F. & Federer, W. T. (1951). Comparisons of variance components in com yield trials. *Agronomy Journal*, 43, 533-541.
25. Stringfield, G. H. & Salter, R. M. (1934). Different response of corn varieties to fertility levels and to seasons. *Journal of Agricultural Research*, 49, 991-1000.
26. Wrick, G. (1962). Uber eine Method zur Refassung der Okologischen Streubreite in Feldversuchen. *Flazenzuecht*, 47, 92-96.
27. Yates, F. & Cochran, W. G. (1938). The analysis of groups of experiments. *Journal of Agricultural Science*, 28, 556-580.