Archive of SID

"نهال و بذر"
جلد ۲۰، شماره ۳ ، سال ۱۳۸۳

تجزیه پایداری عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا (*Brassica napus* L.)

Yield Stability Analysis of Winter Canola (*Brassica napus* L.) Genotypes

فرزاد جاویدفر ، محمدحسین عالم‌خومرام ، حسن امیری اوغان و شیوا عزیزی‌نیا

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۸۲/۸/۱۳

چکیده

جاویدفر، ف.، عالم خومرام، م. ح.، امیری اوغان، ح.، و عزیزی‌نیا، ش. ۱۳۸۳. تجزیه پایداری عملکرد دانهٔ ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا (*Brassica napus* L.). نهال و بذر ۲۰: ۳۲۸-۳۱۵.

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 این منظور عملکرد دانه ۲٤ ژنوتیپ زمستانه کلزا در نُه منطقه سرد و معتدل سرد کشور در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و به مدت دو سال زراعی ۸۰- ۱۳۷۹ و ۸۱-۱۳۸۰ مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس مرکب با فرض ثابت بودن اثر ژنوتیپ‌ها و تصادفی بودن اثر سال‌ها و مکان‌ها انجام شد. نتایج نشان داد بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود دارد. به استثنای اثر متقابل ژنوتیپ × سال که معنی‌دار نگردید، بقیه اثرهای متقابل معنی‌دار بود. برای تعیین ژنوتیپ‌های پایدار و پرمحصول، تجزیه پایداری با استفاده از روش‌های ابرهارت و راسل، ضریب تغییرات ژنوتیپی، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا و ضریب رگرسیون فینلی و ویلکینسون انجام شد. در روش ابرهارت و راسل، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (خطی) معنی‌دار بود که بیانگر برازش مناسب مدل رگرسیونی می‌باشد، بنابراین ژنوتیپ‌ها بر اساس شیب خط رگرسیونی، متوسط عملکرد دانه و نیز انحراف از خط رگرسیون گروه‌بندی و ژنوتیپ‌های SLM046 و Parade به ترتیب با میانگین عملکرد دانه ۳/٤۳ و ۳/۳٤ تن در هکتار با سازگاری خیلی خوب در تمام محیط‌ها به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب انتخاب شدند. به کارگیری سایر روش‌های تجزیه پایداری (ضریب تغییرات ژنوتیپی، واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک) نیز ژنوتیپ‌های Parade ، SLM046 ، Fornax ، Licord و Colvert را به عنوان ارقام پایدار و سازگار معرفی کردند که تا حدودی مؤید نتایج حاصل از روش ابرهارت و راسل بود.

واژه‌های کلیدی: کلزای زمستانه، پارامترهای پایداری، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط.

این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۸۰۰۳۸-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیده است.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

نیل به خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی هدف نهایی تمام برنامه‌ریزی‌ها در بخش کشاورزی است. بیش از ۹۰ درصد مصرف داخلی روغن‌های خوراکی کشور از طریق واردات تأمین می‌گردد، به این لحاظ لزوم برنامه‌ریزی بلندمدت و منسجم، با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن خوراکی غیرقابل انکار خواهد بود.

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده چلیپائیان (Cruciferae) می‌باشد که دانه آن حاوی بیش از ٤٠ درصد روغن و کنجاله باقیمانده آن نیز سرشار از پروتئین می‌باشد. ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور سبب شده است که توسعه کشت این گیاه به عنوان نقطه امیدی جهت تأمین روغن خام مورد نیاز کشور و رهایی از وابستگی به شمار رود. مطالعاتی که تاکنون برروی عکس‌العمل ارقام کلزا در ایستگاه‌های تحقیقاتی و مزارع کلزای زارعین در مناطق مختلف انجام شده است با در نظر گرفتن تنش‌های زنده و غیرزنده و حداقل درجه حرارت مناطق در زمستان و جایگاه کلزا در تناوب کشور، مناطق مناسب کشت این محصول در کشور به چهار اقلیم گرم و مرطوب، گرم و خشک، معتدل سرد و سرد تقسیم شده است. شناسایی ارقام سازگار و پایدار با عملکرد بالا برای اقلیم‌های مختلف از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

اثر محیط و فرآیند آن بر تظاهر ژنوتیپ یکی از عواملی است که به نژادگران را به بررسی ژنوتیپ‌ها در زمان‌ها و مکان‌های مختلف وا داشته و در نهایت منجر به پیدایش اصطلاحاتی نظیر پایداری عملکرد و سازگاری شده است. روش‌های کلاسیک نظیر استفاده از تجزیه واریانس مرکب تنها اطلاعاتی پیرامون اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌دهد. محققان مختلف معیارهای متفاوتی جهت تشخیص پایداری ژنوتیپ‌ها معرفی و به کار برده‌اند. خوش نظر پرشکوهی و همکاران (۱۳۷۷) در بررسی ١٤ ژنوتیپ کلزای زمستانه در پنج منطقه کرج، کرمانشاه، ارومیه، مغان و همدان به مدت سه سال زراعی اظهار داشتند که از نظر عملکرد دانه، کلیه روش‌های پارامتری لاین کرج - ١٦ را به عنوان ژنوتیپی پایدار و پرمحصول با سازگاری عمومی متوسط معرفی می‌کند.

Francis and Kannenberg (1978) به منظور تعیین پایداری ژنوتیپ‌های ذرت از ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV_I) استفاده کردند که بر طبق این معیار ژنوتیپی پایدار است که ضریب تغییرات آن کم‌تر باشد. پارامتر پایداری اکووالانس توسط ریک (Wricke, 1962) پیشنهاد شد که مستقیماً به اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای هر ژنوتیپ بستگی داشت. شوکلا (Shukla, 1972) نیز پارامتر واریانس پایداری

www.SID.ir

Archive of SID

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 هوایی متفاوت حساب کردند استرینگ فیلد و سالتر (Stringfield and Salter, 1934) بودند. روش رگرسیون توسط ییتس و کوکران (Yates and Cochran, 1938)، فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963)، ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) و پرکینز و جینکز (Perkins and Jinks, 1968) گسترش یافت.

پینتوس (Pinthus, 1973) پیشنهاد کرد که به جای میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون بهتر است از ضریب تبیین (R_i^2) استفاده شود، زیرا R_i^2 به شدت وابسته به انحرافات از خط رگرسیون (S^2d_i) بوده و بر طبق این پارامتر ژنوتیپی پایدار است که ضریب تبیین آن کم باشد. ابرهارت و راسل (Eberhart and 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 رگرسیون آن معادل یک باشد. با توجه به این که S^2d_i مربوط به بخش غیرقابل پیش‌بینی تنوع مربوط به هر ژنوتیپ بوده و ضریب رگرسیون b_i نیز پاسخ ویژه ژنوتیپ‌ها به اثرات محیطی را نشان می‌دهد، بنابراین به ترتیب به عنوان پارامترهای پایداری و پاسخ (Response parameter) در نظر گرفته می‌شوند (Becker and Leon, 1988). پرکینز و جینکز (Perkins and Jinks, 1968) نیز دو پارامتر ضریب خط رگرسیون وانحراف 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 می‌شود.

لین و همکاران (Lin *et al.*,1986) نُه روش پایداری را مقایسه و آن‌ها را در چهار گروه و سه تیپ دسته‌بندی نموده و معایب و محاسن آن‌ها را تشریح نمودند. لین و بینز (Lin and Binns, 1988) پارامتر پایداری جدیدی را مطرح نموده و واریانس درون مکانی یا میانگین مربعات درون مکانی را به نام پارامتر پایداری تیپ چهار معرفی نمودند. لین و بینز (Lin and Binns, 1991) چهار تیپ پارامتر پایداری را از نظر وراثت‌پذیری با هم مقایسه کرده و نتیجه گرفتند که پارامترهای پایداری تیپ چهار وراثت‌پذیر می‌باشند.

به هر حال با توجه به موارد فوق، پایداری بایستی به عنوان یک جنبه مهم آزمایش‌های مقایسه عملکرد در نظر گرفته شود. زیرا اثر متقابل ژنوتیپ در محیط می‌تواند هر گونه پیشرفت ناشی از گزینش را کاهش دهد. از آن‌جا که هر گروه از محققان یکی از روش‌ها یا

www.SID.ir

Archive of SID

بسته به ضرورت ترکیبی از آن‌ها را در مطالعات خود جهت یافتن ژنوتیپ‌های پرمحصول و پایدار به کار برده‌اند لذا در این طرح نیز، تلفیقی از روش‌های مختلف استفاده شد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲٤ ژنوتیپ زمستانه کلزا به مدت دو سال زراعی (۸۰- ۱۳۷۹ و ۸۱- ۱۳۸۰) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و نُه منطقه کرج، زرقان، اسلام آباد غرب، اصفهان، همدان، شهرکرد، سنندج، زنجان و اراک مورد مقایسه قرار گرفتند. پاییز سال قبل زمین شخم زده شد. قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 به صورت کود فسفات آمونیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به صورت کود اوره براساس آزمون خاک به زمین داده شد و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن نیز به صورت کود اوره در دو مرحله ساقه رفتن و شروع گلدهی به صورت سرک مصرف گردید. وجین علف‌های هرز بسته به منطقه سه تا چهار بار به صورت دستی و آبیاری نیز به صورت فرم نشتی در هر منطقه بر حسب نیاز انجام گردید (۵ تا ۷ بار). هر کرت آزمایشی شامل چهار خط پنج متری بود. مقدار بذر مصرفی بر اساس ۸ کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها در روی خطوط ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در زمان رسیدن فیزیولوژیکی، برداشت هر رقم جهت محاسبه عملکرد از دو خط میانی با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط انجام گرفت. بدین ترتیب مساحت کرت برداشتی معادل ۲/٤ مترمربع بود. عملکرد دانه در کرت بر مبنای ۱٤ درصد رطوبت دانه محاسبه گردید. تجزیه آماری عملکرد دانه بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها بر مبنای آزمون LSD انجام شد. تجزیه مرکب مناطق نیز پس از انجام آزمون بارتلت و همگن بودن اشتباهات آزمایشی انجام شد. برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این بررسی از پارامترهای ضریب تغییرات هر ژنوتیپ (CV_i) معرفی شده توسط فرانسیس و کانبرگ(Francis and Kannenberg,1978)، اکووالانس (W_i^2) معرفی شده توسط ریک (Wricke, 1962)، واریانس پایداری (σ_i^2) معرفی شده توسط شوکلا (Shukla, 1972)، ضریب رگرسیون (b_i) فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963)، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i) معرفی شده توسط ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) و نهایتاً ضریب تبیین هر ژنوتیپ (R_i^2) استفاده گردید.

در روش‌های ضریب تغییرات (CV_i)، اکووالانس (W_i^2) و واریانس پایداری (σ_i^2) ژنوتیپ‌های دارای حداقل CV_i ، W_i^2 و σ_i^2 به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند. برای آزمون معنی‌دار بودن دو پارامتر W_i^2 و σ_i^2 از آزمون F تقریبی که در آن واریانس خطای جدول تجزیه واریانس مرکب به عنوان معیار

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده می‌شود به کار گرفته شد. در روش‌های مبتنی بر رگرسیون، ژنوتیپ‌های با $b_i=1$ و $S^2d_i=0$ به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار تلقی گردیدند. برای معنی‌دار بودن این پارامترها به ترتیب از آزمون‌های t و F استفاده شد.

نتایج و بحث

در تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه (جدول ۱) اختلاف بین ژنوتیپ‌ها، اثر متقابل ژنوتیپ×مکان و اثر متقابل ژنوتیپ×سال× مکان معنی‌دار گردید که نشان‌دهنده تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف بود. آزمایش‌های رنجی و همکاران (۱۳۷۳) نیز حاکی از اثرات متقابل معنی‌دار سال × ژنوتیپ× مکان برای ژنوتیپ‌های تجارتی چغندرقند بوده و بهترین رقم برای هر مکان و همچنین برای کلیه مناطق مشخص گردیده است. بررسی‌های صدری و سمیع زاده (۱۳۷۳) در مورد ژنوتیپ‌های حبوبات (لوبیا) حاکی از وجود اثر معنی‌دار سال × مکان بوده و توانسته‌اند ارقام را از نظر عملکرد و پایداری آن‌ها به چهار گروه تقسیم نمایند. مطالعات کانگ و همکاران (Kang *et al.*, 1991) بر روی پنج ژنوتیپ ذرت نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در تمام آزمایش‌ها معنی‌دار بود. آن‌ها همچنین خاطر نشان کردند که انتخاب براساس عملکرد به تنهایی زمانی که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار است به دلیل انجام آزمایش در محیط‌های مختلف کافی نمی‌باشد. در مطالعهٔ دیگری که بر روی چند ژنوتیپ خردل و کلزا انجام شده است، اثرات متقابل ژنوتیپ × محیط عملکرد دانه خردل و کلزا برای بررسی پایداری و سازگاری آن‌ها به شرایط مختلف محیطی تجزیه شد. در این

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا در مناطق و سال‌های مختلف

Table 1. Combined analysis of variance for grain yield of winter canola cultivars in different locations and years

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS
Year (Y)	سال	1	22.05	22.05 ^{ns}
Location(L)	مکان	8	649.68	81.21 ^{ns}
Y × L	سال × مکان	8	210.20	26.28**
Rep. (Y × L)	تکرار (سال × مکان)	54	18.53	0.34
Genotype (G)	ژنوتیپ	23	97.67	4.25**
G × Y	ژنوتیپ × سال	23	16.08	0.70 ^{ns}
G × L	ژنوتیپ × مکان	184	177.82	0.97**
G × L × Y	ژنوتیپ × سال × مکان	184	116.97	0.64**
Error	خطا	1242	172.22	0.14
Total	کل	1727	1481.22	

**: Significant at 1% probability level.

ns: Non significant.

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns : غیرمعنی‌دار.

رقم ثابت و محیط تصادفی در نظر گرفته شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش رگرسیون عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها بر روی میانگین دانهٔ هر محیط معنی‌دار بود و ۹۲ درصد از 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 اثر مکان × سال در جدول تجزیه واریانس معلوم می‌شود (جدول ۱).

در بررسی میانگین کل ژنوتیپ‌ها (جدول ۲) بیشترین عملکرد را ژنوتیپ‌های SLM046 (شاهد)، Parade ، Mohican و Alice به ترتیب با ۳/۴۳ ، ۳/۳۴ ، ۳/۲۳ و ۳/۲۲ تن در هکتار تولید نمودند که از نظر آماری مشابه بودند، حال آن که حداقل عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ Colvert با ۲/۴۳ 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 بر اساس خطای محاسبه شده کافی نبود، بنابراین برای تعیین درجه سازگاری و گروه‌بندی ارقام از روش‌های مختلف تجزیه پایداری استفاده گردید. نتایج تجزیه پایداری بر اساس مدل ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) در جدول ۳ نشان داده شده است. معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ × محیط (خطی) نشان‌دهنده ناهمگن بودن ضرایب خط رگرسیون ژنوتیپ‌هاست. از طرفی ضرایب خط رگرسیون (b_i) نیز تفاوتی با عدد یک نشان دادند (جدول ٤) که این امر مبین شیب خط رگرسیونی متفاوت برای ژنوتیپ‌ها است. میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (S^2d_i) فقط در مورد ژنوتیپ‌های SLM046 و Parade معنی‌دار نبود و به عبارت دیگر این ژنوتیپ‌ها را می‌توان پایدار تلقی کرد. در حالی که سایر ژنوتیپ‌ها انحرافات معنی‌داری از خط رگرسیون نشان دادند (جدول‌های ۳ و ٤). در آزمایش‌های نظر علی و همکاران (۲۰۰۳) نیز اجزاء خطی و غیرخطی رگرسیون اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار بود و این مساله نشان می‌داد که ژنوتیپ‌های مورد آزمون در محیط‌های مختلف به کار رفته با هم متفاوت بوده‌اند.

بر اساس ضریب تغییرات (CV_i) ژنوتیپ‌های Fornax ، Licord ، Parade و SLM046 جزء ژنوتیپ‌های پایدار محسوب می‌شوند. این روش بر مفهوم زیست شناختی پایداری استوار است که بر اساس این مفهوم اولاً بین عملکرد و پایداری همبستگی وجود دارد، یعنی ژنوتیپ‌های پایدار معمولاً عملکرد کم‌تری دارند، و ثانیاً با افزایش محیط‌ها رسیدن به یک ژنوتیپ با عملکرد بالا و پایدار مشکل‌تر می‌شود. بر اساس واریانس پایداری (σ_i^2) ژنوتیپ‌های Parade ، SLM046 و Colvert جزء پایدارترین ژنوتیپ‌ها محسوب می‌شوند. بر اساس پارامتر پایداری اکووالانس (W_i^2) ژنوتیپ‌های Parade و SLM046 جزء

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول۲ - مقایسه میانگین عملکرد دانه (تن در هکتار) ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا در مناطق مختلف

Table 2. Mean comparison for grain yield (tha^{-1}) of winter canola genotypes in different locations

شماره No.	ژنوتیپ Genotype	منبع Source	Experimental sites / محل‌های آزمایش: کرج Karaj	زرقان Zarghan	اسلام‌آباد Eslamabad	اصفهان Isfahan	همدان Hamadan	شهرکرد Shahrekord	سنندج Sanandaj	زنجان Zanjan	اراک Arak	رتبه Rank	میانگین Mean
1	DP. 94. 8	Italy	3.37	3.46	4.61	2.26	2.49	3.70	2.67	3.96	2.15	6	3.18 C
2	Symbol	Italy	3.14	2.36	3.72	1.87	2.54	2.83	2.32	3.02	2.07	22	2.65 D
3	Eurol	France	2.79	3.35	4.16	2.12	2.48	2.78	2.57	2.70	2.46	18	2.82 D
4	Orient	Germany	3.44	2.90	4.53	2.20	2.47	3.47	2.28	2.98	1.90	16	2.91 D
5	Hansen	Italy	3.42	2.68	3.50	2.07	3.17	2.96	2.60	2.76	1.94	20	2.79 D
6	Colvert	France	2.99	2.15	3.58	1.61	2.38	3.22	2.06	2.38	1.54	24	2.43 E
7	Mohican	France	3.40	2.73	4.34	2.50	2.83	4.44	2.57	4.16	2.11	3	3.23 C
8	Cocktail	France	3.41	3.59	4.69	2.00	3.18	3.97	2.55	3.38	1.93	5	3.19 C
9	Orkan	Germany	3.90	2.97	3.81	2.33	3.07	4.08	2.66	3.52	1.65	8	3.11 C
10	PF7045/91	Germany	3.28	2.94	3.28	1.87	2.11	2.60	2.40	2.17	2.11	23	2.53 D
11	GWC	Germany	3.34	3.23	4.52	2.16	3.13	3.84	3.05	3.24	1.59	7	3.12 C
12	Fornax	Germany	3.23	3.17	3.98	2.31	2.88	3.10	2.55	3.03	2.29	15	2.95 D
13	Licord	Germany	3.18	2.72	3.64	2.24	2.68	3.42	2.80	3.25	2.08	17	2.89 D
14	Alice	France	3.44	3.33	4.63	2.66	2.95	3.69	2.68	3.56	2.04	4	3.22 C
15	Parade	Netherlands	3.54	3.13	4.67	2.81	3.10	4.03	2.68	3.42	2.66	2	3.34C
16	SYN1	Iran	3.79	3.01	3.18	2.42	2.29	2.94	2.47	2.23	2.72	21	2.78 D
17	VDH 8003-98	Netherlands	3.51	2.77	4.28	2.27	2.63	3.68	2.67	2.63	2.80	11	3.03 D
18	Akamar	Netherlands	3.15	2.74	4.09	2.07	2.49	3.93	2.66	3.29	2.38	13	2.98 D
19	Consul	Netherlands	3.48	2.81	4.26	2.07	3.04	4.91	2.46	2.91	1.79	10	3.08 D
20	Okapi	France	3.86	2.98	4.26	2.10	2.58	3.95	2.49	2.85	1.87	12	2.99 D
21	L-1	Yugoslavia	3.10	2.61	3.95	1.97	2.38	3.77	2.76	3.00	1.63	19	2.80 D
22	**SLM046** (check)	**Germany**	3.88	3.51	3.90	2.89	3.45	3.74	2.75	4.69	2.10	1	3.43 C
23	Reg. x Cobra	Iran	3.96	3.32	4.16	2.35	2.84	3.15	2.54	3.33	2.14	9	3.09 C
24	Olara	France	3.54	3.63	4.34	2.50	3.07	2.66	1.99	3.26	1.62	14	2.96 D

LSD 5% = 0.35, LSD 1% = 0.99

C : Not significantly different from the check.

D and E : Significant yield decrease at 5% and 1% respectively, comparing to the check.

C : عدم تفاوت معنی‌دار با شاهد

D و E : به ترتیب کاهش عملکرد معنی‌دار نسبت به شاهد در سطح ۵٪ و ۱٪.

Archive of SID

Archive of SID

پایدارترین ژنوتیپ‌ها هستند. با توجه به روش فینلی و ویلکینسون ژنوتیپ‌های Parade و SLM046 از پایدارترین و پرمحصول‌ترین ارقام محسوب می‌شوند.در این بررسی ژنوتیپ‌هایی نظیر Mohican ، Alice ، DP.94.8 و Cocktail علیرغم داشتن عملکرد بالا فاقد پایداری بودند. احتمالاً این ژنوتیپ‌ها به علت داشتن عملکردهای بالا تغییرات شدیدتری نسبت به

جدول۳- تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا در محیط‌های مختلف

Table 3. Stability analysis for grain yield (tha^{-1}) of winter canola genotypes in different environments

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS
Total	کل	431	322.62	
Genotype (G)	ژنوتیپ	23	24.42	1.06**
Env. + (Env. × G)	محیط+ (محیط × ژنوتیپ)	408	298.20	
Env. (Linear)	محیط (خطی)	1	220.48	
G x Env. (Linear)	ژنوتیپ × محیط (خطی)	23	8.98	0.39**
Pooled deviations	انحرافات	384	68.74	0.18
G1		16	2.95	0.18**
G 2		16	1.39	0.09**
G 3		16	2.87	0.18**
G 4		16	2.43	0.15**
G 5		16	2.44	0.15**
G 6		16	1.31	0.08**
G 7		16	4.53	0.28**
G 8		16	6.08	0.38**
G 9		16	2.82	0.18**
G 10		16	4.35	0.27**
G 11		16	2.24	0.14**
G 12		16	1.42	0.09**
G 13		16	1.66	0.10**
G 14		16	1.92	0.12**
G 15		16	0.75	0.05 ns
G 16		16	6.86	0.43**
G 17		16	3.03	0.19**
G 18		16	1.92	0.12**
G 19		16	3.77	0.23**
G 20		16	1.32	0.08**
G 21		16	2.15	0.13**
G **22**		**16**	0.86	**0.05** ns
G 23		16	3.80	0.24**
G 24		16	5.52	0.34**

** : Significant at 1% probability level.

** : معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

ns: Non significant.

ns : غیرمعنی‌دار .

www.SID.ir

جدول ٤- پارامترهای مختلف پایداری در ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا

Table 4. Different stability parameters in winter canola genotypes

شماره No.	ژنوتیپ Genotype	عملکرد دانه Grain yield (tha^{-1})	ضریب تغییرات (CV_i) (%)	اکووالانس (W_i^2)	واریانس پایداری (σ_I^2)	ضریب خط رگرسیون (b_i)[1]	ضریب تبیین (R_i^2)	انحراف ازخط رگرسیون (S^2d_i)
1	DP. 94. 8	3.18	33.14	3.89 ^{ns}	0.21 ^{ns}	1.32 **	0.84 **	0.18**
2	Symbol	2.65	26.69	1.52 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.88 *	0.84 **	0.09**
3	Eurol	2.82	23.57	3.63 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.71 *	0.62 **	0.18**
4	Orient	2.91	30.96	2.54 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.11 *	0.82 **	0.15**
5	Hansen	2.79	26.32	3.30 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.69 **	0.64 **	0.15**
6	Colvert	2.43	32.32	2.31 ^{ns}	0.05 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.87 **	0.08**
7	Mohican	3.23	30.77	4.76 ^{ns}	0.27 ^{ns}	1.15 *	0.73 **	0.28**
8	Cocktail	3.19	32.02	2.61 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.32 **	0.89 **	0.38**
9	Orkan	3.11	29.49	2.95 ^{ns}	0.15 ^{ns}	1.12 *	0.80 **	0.18**
10	PF7045/91	2.53	30.24	4.79 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.78 *	0.56 **	0.27**
11	GWC	3.12	29.32	2.43 ^{ns}	0.12 ^{ns}	1.14 *	0.84 **	0.14**
12	Fornax	2.95	21.91	1.84 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.79 *	0.80 **	0.09**
13	Licord	2.89	21.96	6.14 **	0.36 *	0.81 *	0.91 **	0.10 **
14	Alice	3.22	27.92	2.09 ^{ns}	0.27 ^{ns}	1.13 *	0.86 **	0.12**
15	Parade	3.34	22.57	1.09 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.96 ^{ns}	0.91 **	0.05 ^{ns}
16	SYN1	2.78	28.01	8.23 **	0.49 **	0.61 **	0.33 ^{ns}	0.43**
17	VDH 8003-98	3.03	24.92	3.24 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.85 *	0.69 **	0.19**
18	Akamar	2.98	27.23	1.92 ^{ns}	0.09 ^{ns}	1.00^{ns}	0.83 **	0.12**
19	Consul	3.08	35.25	4.78 ^{ns}	0.27 ^{ns}	1.33 **	0.81 **	0.23**
20	Okapi	2.99	31.61	1.80 ^{ns}	0.08 ^{ns}	1.23 **	0.87 **	0.08**
21	L-1	2.80	28.54	2.15 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.97 ^{ns}	0.80 **	0.13**
22	**SLM046**	**3.43**	**22.76**	**1.20** ^{ns}	**0.04** ^{ns}	**0.92** ^{ns}	**0.56** **	**0.05** ^{ns}
23	Reg. x Cobra	3.09	31.11	3.97 ^{ns}	0.22 ^{ns}	1.14 *	0.76 **	0.24**
24	Olara	2.96	31.73	5.53 *	0.32 **	1.01 ^{ns}	0.63 **	0.34**

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

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

۱: ضریب خط رگرسیون (b) با یک آزمون شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌های کم محصول‌تر در محاسبات مربوط به واریانس یا مجموع مربعات انحرافات نشان داده و ناپایدار تلقی می‌شوند. نتایج حاصل از روش‌های مختلف تجزیه پایداری تا حدودی مشابه بودند و ژنوتیپ‌های Parade و SLM046 در روش‌های مختلف پایدارترین ارقام تعیین شدند. در یک مطالعهٔ بررسی پایداری عملکرد که توسط مکبیب (Mekbib, 2003) بر روی ۲۱ ژنوتیپ لوبیا انجام شد نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه و اثر متقابل سال × مکان با هم تفاوت معنی‌داری داشتند. همچنین بین S^2d_i ، w_i^2 و S_i^2 همبستگی معنی‌داری وجود داشت در حالی که همبستگی بین b_i^2 ، R_i^2 ، S^2d_i ، w_i^2 و S_i^2 ضعیف بود. عملکرد نیز به طور معنی‌داری با b_i^2 و R_i^2 همبستگی داشت.

فرخی و احمدی (۱۳۷۷) در بررسی پایداری عملکرد ارقام کنجد در مناطق شمالی ایران از شش روش پایداری استفاده کردند که نتایج حاصل از روش‌های مختلف پایداری در آن بررسی متفاوت بودند.

موقعیت کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه، ضریب خط رگرسیون و انحراف از خط رگرسیون در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در شکل ۱ 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 ژنوتیپ‌هایی پایدار و سازگار در نظر گرفته می‌شوند که اولاً از نظر عملکرد دانه در سمت راست خطوط عمودی (عملکرد بالاتر از میانگین کل) و بین دو خط افقی (ضریب رگرسیون نزدیک به یک) قرار گیرند و ثانیاً انحراف از خط رگرسیونی پایین‌تر داشته باشند. لذا بر اساس موارد فوق ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه به شرح زیر گروه‌بندی شدند:

۱- گروه (+) A : با سازگاری عمومی خیلی خوب در تمام محیط‌ها با عملکرد بالا. در این گروه ژنوتیپ‌های SLM046 و Parade قرار گرفتند که انحراف از خط رگرسیون متوسطی داشتند.

۲- گروه (۰) A : با سازگاری متوسط در تمام محیط‌ها و ظرفیت محصول‌دهی کم. در این گروه ژنوتیپ‌های Akamar و Olara قرار گرفتند.

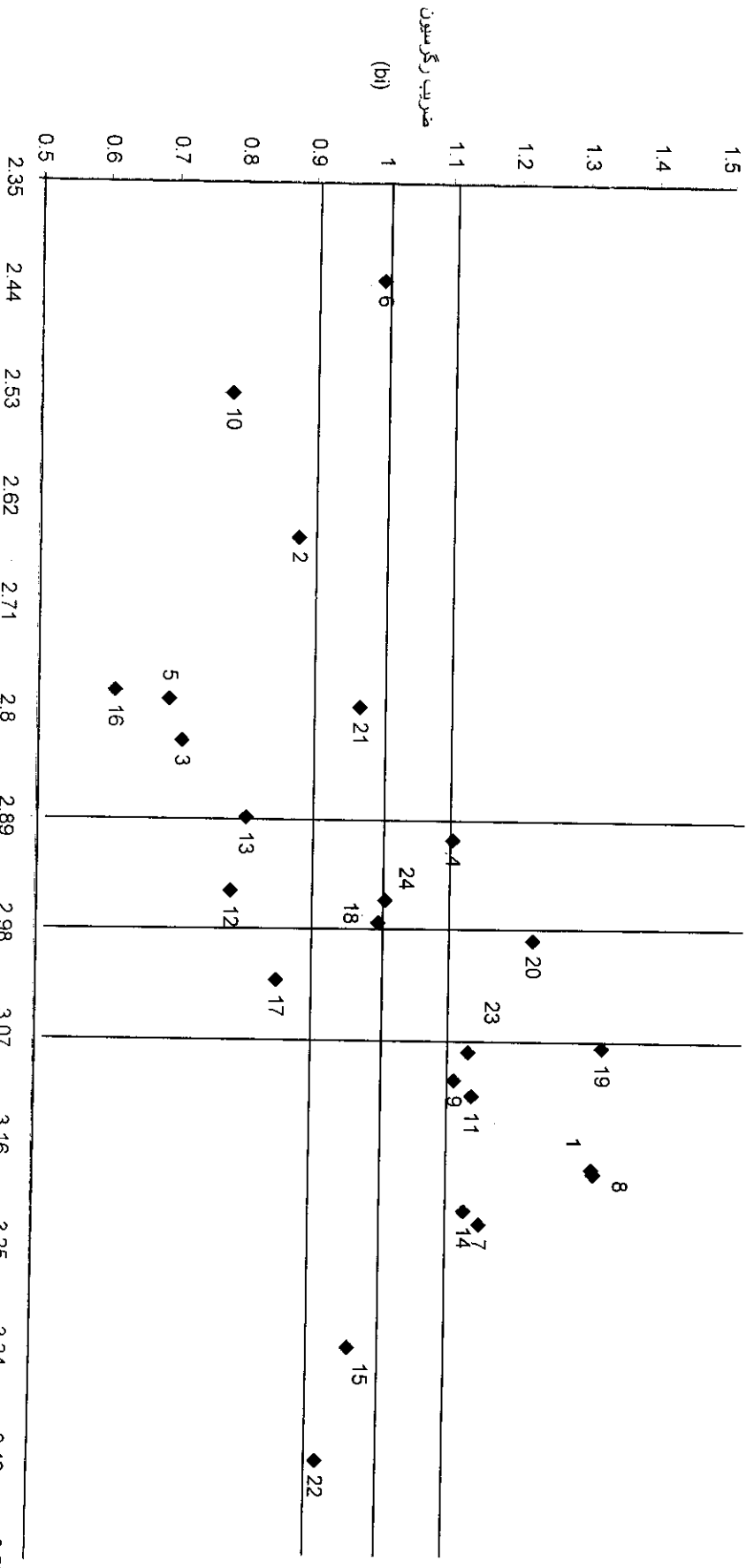
۳- گروه (-) A : با سازگاری عمومی ضعیف در تمام محیط‌ها و ظرفیت محصول‌دهی کم. این گروه شامل ژنوتیپ‌های L-1 و Colvert بود.

٤- گروه B : با سازگاری خوب در محیط‌های مساعد که ژنوتیپ‌های Mohican ، Alice ، Cocktail ، DP.94.8 ، Consul ، GWC ، Orkan ، Cobra× Reg ، Okapi و Orient در این گروه قرار گرفتند.

۵- گروه C : با سازگاری خوب در محیط‌های نامناسب که در این گروه

www.SID.ir

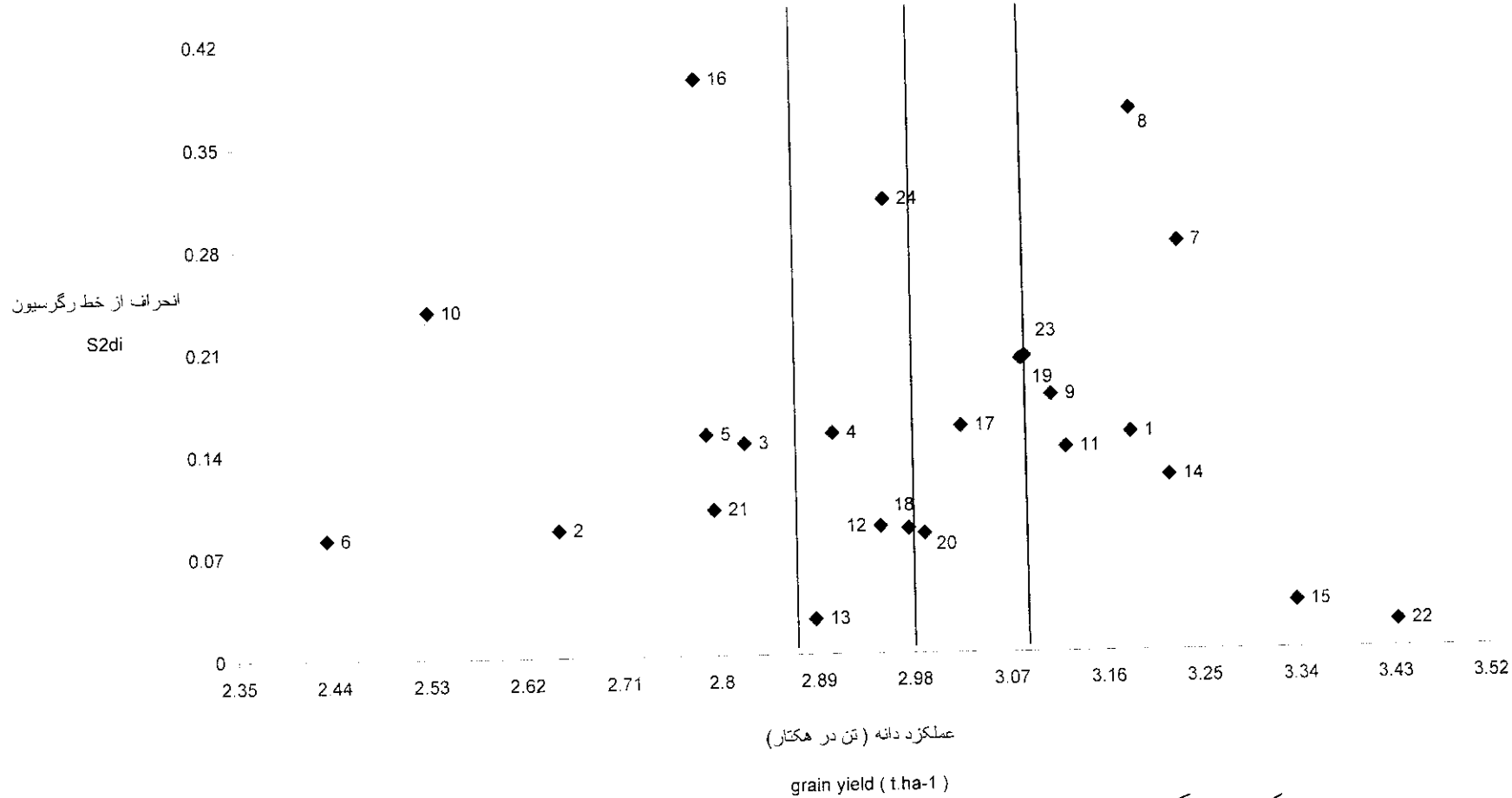
Archive of SID



شکل ۱. دیاگرام پراکنش ژنوتیپ های زمستانه کلزا برحسب عملکرد دانه و ضریب رگرسیون

Fig. 1. Scatter diagram of winter canola genotypes based on grain yield and regression coefficient

www.SID.ir



شکل ۲. دیاگرام پراکنش ژنوتیپ های زمستانه کلزا بر حسب عملکرد دانه و انحراف از خط رگرسیون

Fig 2. Scatter diagram of winter Canola genotypes based on grain yield and deviation from regression

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌های VDH8003-98، Fornax، Licord، Eurol، Hansen، Syn-1، Symbol و PF7045/91 قرار داشتند.

به طور کلی از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های مختلف پایداری نتایج کم و بیش مشابهی را نشان می‌دهند ولی روش ابرهارت و راسل با در نظر گرفتن چندین آماره، روش بهتری برای تجزیه پایداری محسوب می‌گردد. در این آزمایش ژنوتیپ‌های SLM046 و Parade به ترتیب با عملکردهای ۳/۴۳ و ۳/۳٤ تن در هکتار به ترتیب به عنوان مناسب‌ترین و امیدبخش‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

سپاسگزاری

از همکاران، آقایان حمیدرضا خادم حمزه (زرقان)، احمدعلی محمدی (اسلام آباد غرب)، غلامحسین شیراسماعیلی (اصفهان)، محمدیزدان دوست‌همدانی (همدان) هاشمی جزی (شهرکرد) عبداله شریعتی (سنندج)، مجید خیاوی (زنجان) و علی رضا طالب نژاد (اراک) که در اجرای آزمایش و ثبت داده‌ها نقش داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

منابع مورد استفاده

خوش‌نظر پرشکوهی، ر.، احمدی، م. ر.، و قنادها، م . ر. ۱۳۷۷. بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد ارقام و لاین‌های کلزا. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحه ۱۳۸-۱۳۷.

رنجی، ذ.، صادقیان، س. ی.، و آلمانی، پ. ۱۳۷۳. بررسی پایداری ارقام تجارتی چغندرقند در مناطق ایران. سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تبریز. صفحه ۱۸۷.

صدری، ب.، و سمیع‌زاده، ح. ۱۳۷۳. بررسی و مقایسه عملکرد و تعیین درجه سازگاری ارقام لوبیا چشم بلبلی. سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تبریز. صفحه ۱۹۸.

فرخی، ا.، و احمدی، م. ر. ۱۳۷۷. مطالعه پایداری عملکرد ارقام کنجد در مناطق شمالی ایران با استفاده از روش‌های مختلف آماری. مجله علوم کشاورزی ایران ۲۹: ۲۸۳-۲۷۵.

Becker, H. C., and Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding 101: 1-23.

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

Finlay, K. W., and Wilkinson, G. N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research 14: 742-754.

Francis, T. R., and Kannenberg, L. W. 1978. Yield stability studies in short season maize. 1.A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science 58: 1029-1034.

www.SID.ir

Archive of SID

Gunasekera, C. P., Martin, L. D., Walton, G. H., and 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. Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference, 2-6 Feb. Geelong, Victoria.

Kang, M. S., Gorman, D. P., and Pham, H. N. 1991. Application of a stability statistic to international maize yield trails. Theoretical and Applied Genetics 81: 162-165.

Lin, C. S., and Binns, M. R. 1988. A method of analyzing cultivars × location × year experiments: A new stability parameter. Theoretical and Applied Genetics 76: 425-430.

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

Lin, C. S., Binns, M. R., and Leikovitch, L. P. 1986. Stability analysis: Where do we stand. Crop Science 26: 894-900.

Mekbib, F. 2003. Yield stability in common bean (*Phaseolus vulgaris* L .). Euphytica 130: 147-153

Naazar, A., Javidfar, F., and Mirza, M. Y. 2003. Selection of stable rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes throught regression analysis. Pakistan Journal of Botany 35: 175-180.

Perkins, J. M., and Jinks, J. L. 1968. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity 23: 339-356.

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

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

Stringfield, G. H., and Salter, R. M. 1934. Different response of corn varieties to fertility levels and to seasons. Journal of Agricultural Research 49: 991-1000.

Wricke, G. 1962. Uber eine Methode zur Erfassung der Okaiagischen Streubreite in Feld Versuchen. Pflanzuecht 47: 92-96.

Yates, F., and Cochran, W. G. 1938. The analysis of groups of experiments. Journal of Agricultural Science 28: 556-580.

آدرس نگارندگان:

فرزاد جاویدفر، محمدحسین عالم خومرام، حسن امیری اوغان و شیوا عزیزی‌نیا- بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.

www.SID.ir