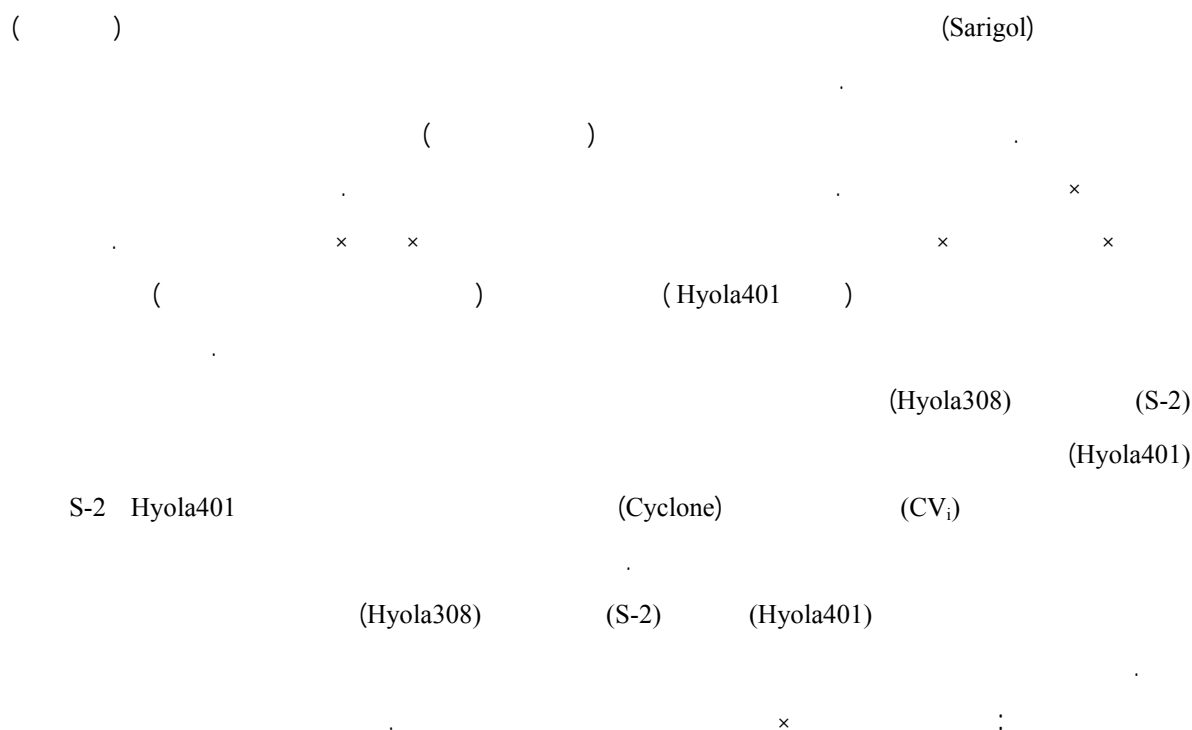


*

Stability of seed yield in spring rapeseed (*Brassica napus*) genotypes

حسن امیری اوغان^۱، محمدحسین عالم خومرام^۲ و فرزاد جاویدفر^۳



می‌باشد. ویژگی‌های خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور سبب شده است که کشت این گیاه به شدت توسعه یابد (خوش نظر و همکاران، ۱۳۷۷)، بنابراین انتخاب ژنوتیپ برای موفقیت

کلزا (*Brassica napus*) یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده Crucifere می‌باشد که دانه آن حاوی بیش از ۴۰ درصد روغن و کنجاله باقیمانده آن نیز سرشار از پروتئین

* این مقاله بر اساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح تحقیقاتی شماره ۸۰۰۲۸-۱۲-۱۰۰ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تهیه گردیده است.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۳/۱۰/۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۲/۹/۱۷

- ۱- عضو هیأت علمی- بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
- ۲- عضو هیأت علمی- بخش تحقیقات دانه‌های روغنی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر
- ۳- عضو هیأت علمی- بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

(S^2d_i) پیشنهاد شده توسط ابرهات و راسل (Eberhart and Russell, 1966) نیز متعلق به گروه D می باشد. از دیگر آماره‌های پایداری که در مقاله لین و همکاران (Lin et al., 1986) به آن اشاره شده، می توان ضریب تبیین (R_i^2) بکرو لئون (Becker Leon, 1988) and نام برد. اکثر این آماره‌ها با یکدیگر دارای همبستگی می باشند. مطالعات پینتوس (Pinthus, 1973) حاکی از وجود همبستگی معنی دار بین S^2_{xi} و ضریب رگرسیون b_i است، اکووالانس ریک (Wi) و ضریب تبیین (R_i^2) نیز همبستگی بالایی با میانگین مربعات انحرافات از خط رگرسیون (S^2d_i) نشان دادند.

در خصوص پایداری ژنوتیپ‌ها کلزا نیز همانند سایر گیاهان زراعی تحقیقاتی انجام شده است. خوش نظر و همکاران (۱۳۷۷) در بررسی ۱۴ ژنوتیپ کلزای زمستانه اصلاح شده در پنج منطقه به مدت سه سال زراعی اظهار داشتند که از نظر عملکرد دانه، کلیه روش‌های پارامتری لاین کرج - ۱۶ را به عنوان ژنوتیپی پایدار و پرمحصول با سازگاری عمومی متوسط معرفی می کند. پورتر (Porter, 1991) عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها کلزای بهاره و پاییزه را طی سه سال مورد بررسی قرارداد. وی نتیجه گرفت که بعضی از ژنوتیپ‌های بهاره عملکرد بهتری نسبت به ژنوتیپ‌ها پاییزه در شرایط اقلیمی مورد آزمایش داشتند. اسونسک (Svensk, 1978) خصوصیات مطلوب کلزای بهاره را در داشتن برگ‌های بلند و پهن هنگام روزت جهت پوشش سریع زمین، کم بودن تعداد شاخه‌هایی که از قاعده ساقه اصلی همزمان با آن رشد می کنند، گلدهی سریع، زیاد بودن تعداد غلاف‌ها و عمودی بودن آن‌ها و بالاخره طولانی بودن دوره پر شدن دانه می‌داند. ریمر (Raymer, 1991) در مطالعات مقایسه عملکرد ژنوتیپ‌ها مختلف کلزا اظهار کرد که: اولاً ژنوتیپ‌ها با ارتفاع بیشتر لزوماً عملکرد دانه بیشتری ندارند و ثانیاً ژنوتیپ‌هایی که در بهار زودتر می‌رسند به دلیل عدم مواجه شدن مرحله پرشدن دانه با گرما، عملکرد و وزن هزار دانه بالایی دارند.

تولید محصول حائز اهمیت می باشد. به این منظور آزمایش‌های مقایسه عملکرد به عنوان یکی از روش‌های گزینش ژنوتیپ‌های پرمحصول مورد استفاده قرار می گیرد. ولی در این آزمایش‌ها، اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط نه تنها با تغییر عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، گزینش ژنوتیپ‌های برتر را پیچیده و با اشکال مواجه می نماید (Eagles and Frey, 1977)، بلکه باعث کاهش همبستگی بین ارزش‌های فنوتیپی و ژنوتیپی (Comstock and Moll, 1963) و کندی گزینش می گردد (Kang and Martin, 1987; Comstock and Moll, 1963). روماگوزا و فوکس (Romagosa and Fox, 1993) مطالعات مربوط به اثر متقابل ژنوتیپ و محیط که در آن‌ها پایداری عملکرد به صورت نسبتی از میانگین عملکرد ارزیابی شده است را به منظور کمک به انتخاب ژنوتیپ مرور و بررسی کردند.

روش‌های متعددی برای برآورد پایداری فنوتیپی نسبی ژنوتیپ‌ها در مجموعه‌ای از آزمایش‌های مقایسه عملکرد وجود دارد (Becker and Leon, 1988; Lin et al., 1986; Delacy et al., 1996). لین و همکاران (Lin et al., 1986) چهار گروه از آماره‌های پایداری را تعریف و مشخص نمودند. گروه A بر اساس انحراف از میانگین اثر ژنوتیپ، گروه B بر اساس اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و گروه‌های C و D بر اساس هر دو پارامتر در نظر گرفته شده‌اند. از آماره‌های گروه A می توان به واریانس ژنوتیپ i در کلیه محیط‌ها یعنی S^2_{xi} (Lin et al., 1986) و ضریب تغییرات ژنوتیپ i (CV $_i$) معرفی شده توسط فرانسیس و کانتبرگ (Francis and Kannenberg, 1978) اشاره نمود. در گروه B آماره‌هایی چون واریانس (σ_i^2) پایداری شوکلا (Shukla, 1972) و اکووالانس (Wi) ریک (Wricke, 1962) و در گروه C ضریب رگرسیون (b_i) فیلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963) قرار دارند. میانگین مربعات انحرافات از خط رگرسیون

آنچه امروزه توجه اکثر محققان را به خود جلب نموده است تلفیق پایداری با عملکرد برای گزینش ژنوتیپ‌های پایدار پرمحصول است. به این منظور تعداد محدودی روش گزینش توأم پیشنهاد گردیده است. هان (Huhn, 1979) دو آماره غیرپارامتری را که عملکرد و پایداری را تلفیق می‌کند به نام‌های S_i^3 و S_i^6 پیشنهاد می‌نماید که براساس رده‌بندی عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر محیط است. لئون (Leon, 1986) نیز به همبستگی معنی‌دار این آماره‌ها با پارامترهای پایداری مانند W_i و S^2d_i اشاره می‌کند. کانگ (Kang, 1988, 1991, 1993) سه روش و مطابق با آن سه معیار گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری ارائه نمود. وی در سال ۱۹۸۸ روش مجموع رتبه (Rank-Sum)، در سال ۱۹۹۱ روش مجموع رتبه تغییر یافته (KMR) و بالاخره در سال ۱۹۹۳ روش تغییر یافته KMR و آماره عملکرد و پایداری (YSi) را معرفی کرد.

با بررسی‌هایی که در زمینه واکنش ژنوتیپ‌های کلزا در ایستگاه‌های تحقیقاتی و مزارع کلزای زارعین در مناطق مختلف کشور انجام شده است و نیز با توجه به تنش‌های زنده و غیرزنده و حداقل درجه حرارت مناطق در زمستان و جایگاه کلزا در تناوب، مناطق مناسب کشت این محصول در کشور به چهار اقلیم گرم و مرطوب، گرم و خشک، معتدل سرد و سرد تقسیم شده است. شناسایی و تعیین ارقام سازگار و پایدار با عملکرد بالا برای اقلیم‌های مختلف از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

با توجه به موارد یاد شده، پایداری بایستی به عنوان یک جنبه مهم آزمایش‌های مقایسه عملکرد در نظر گرفته شود. از آنجا که هر گروه از محققان یکی از روش‌ها یا بسته به ضرورت ترکیبی از آن‌ها را در مطالعات خود جهت یافتن وارته‌های پرمحصول و پایدار به کار برده‌اند، لذا در این مطالعه نیز تلفیقی از روش‌های مختلف پایداری استفاده شده است.

تعداد ۲۲ ژنوتیپ بهاره کلزا به همراه ژنوتیپ شاهد یعنی ساری گل Sarigol (جدول ۱) جمعاً ۲۳ ژنوتیپ از پاییز سال ۱۳۷۹ به مدت دو سال زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار و در ۵ منطقه گنبد، گرگان، ساری، مغان و کرج مورد مقایسه قرار گرفتند. مشخصات اقلیمی مناطق در جدول ۱ منعکس شده است. پاییز سال قبل زمین شخم زده شد و قبل از کاشت براساس آزمون خاک ۱۰۰ کیلوگرم P_2O_5 به صورت کود فسفات آمونیم و ۴۶ کیلوگرم در هکتار کود ازت از منبع اوره به زمین داده شد و ۹۲ کیلوگرم در هکتار ازت نیز 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 انجام شد. آبیاری نیز در هر منطقه به صورت نشتی و بر حسب نیاز گیاه (۵ تا ۷ بار) اعمال گردید. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت پنج متری به فاصله ردیف ۳۰ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌ها ۵ سانتیمتر بود. میزان بذر مورد استفاده شش کیلوگرم در هکتار (۶۰ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شد. در زمان رسیدن فیزیولوژیکی، برداشت هر ژنوتیپ جهت محاسبات عملکرد از دو خط میانی با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر خط انجام گرفت که بدین ترتیب مساحت کرت برداشتی معادل $2/4$ مترمربع بود. تجزیه آماری عملکرد دانه بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تجزیه مرکب مناطق نیز پس از انجام آزمون بارتلت و همگن نمودن اشتباهات آزمایشی صورت گرفت. در این تحقیق ژنوتیپ‌ها ثابت و مکان و سال متغیرهای تصادفی فرض شدند. برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این بررسی از پارامترهای ضریب تغییرات هر ژنوتیپ (CV_i)، ضریب رگرسیون (b_i) فیلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963)، انحرافات از خط رگرسیون (S^2d_i) پیشنهاد شده توسط ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966)،

عملکرد در یک مکان نمی‌تواند دقیق و مقرون به واقعیت باشد و می‌بایست ژنوتیپ‌ها مربوطه در طی سال‌ها و مکان‌های متعدد مورد ارزیابی قرار گرفته و میزان سازگاری و پایداری آن‌ها مشخص گردد (Eberhart and Russell, 1966).

با توجه به معنی دار بودن آزمون یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی ($\chi^2 = 14/07$) منطقه ساری برای دو سال حذف و تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه بر مبنای چهار منطقه و دو سال انجام شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که بین مکان‌ها و سال‌های مورد آزمایش تفاوت معنی دار دیده نمی‌شود، اما اثر متقابل سال \times مکان در سطح احتمال ۱٪ معنی دار گردیده است. هم‌چنین بین ژنوتیپ‌ها تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای وجود داشت که نتایج تجزیه واریانس ساده نیز مؤید همین نتیجه‌گیری بود.

گرچه اثر متقابل دوگانه ژنوتیپ \times سال و ژنوتیپ \times مکان از نظر آماری معنی دار نشدند، لیکن معنی دار شدن اثر متقابل سه‌گانه ژنوتیپ \times سال \times مکان در سطح احتمال ۱٪ حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌باشد (جدول ۳). ماهر و آلد (Mahler and Auld, 1991) نیز در بررسی‌های خود اثر متقابل معنی‌داری بین محیط و ژنوتیپ‌ها کلزا به دست آوردند. آن‌ها اظهار داشتند که برای حصول عملکرد دانه و روغن بالا نیاز به ژنوتیپ‌هایی است که سازگاری خوبی با شرایط محیطی مورد آزمایش داشته باشند. بنابراین مبادرت به تجزیه پایداری به روش ابرهات و راسل (Eberhart and Russell, 1966) گردید که نتایج آن در جدول ۴ منعکس می‌باشد. در این جا نیز وجود تفاوت‌های معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر توان تولید محصول مشهود است. معنی دار شدن واریانس مربوط به محیط (خطی) حاکی از این واقعیت است که بین عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر محیط با شاخص محیطی رابطه خطی وجود دارد، به ترتیبی که افزایش شاخص محیطی (بهبود شرایط کشت) افزایش عملکرد ژنوتیپ‌ها را به

ضریب تبیین (R_i^2) بکر و لئون (Becker and Leon, 1988) و آماره عملکرد پایداری (YSi) مطابق با روش کانگ (Kang, 1993) استفاده گردید. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با میانگین شاهد با روش LSD صورت گرفت. براساس روش فرانسیس و کاننبرگ (Francis and Kannenberg, 1978)، ژنوتیپ‌های دارای حداقل CV_i به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند. در روش‌های رگرسیونی، ژنوتیپ‌هایی با $b_i=1$ و $S^2d_i=0$ به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار بودند. معنی دار بودن این پارامترها به ترتیب از طریق آزمون‌های t و F (با استفاده از خطای آزمایشی مرکب) انجام شد.

نتایج تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه به تفکیک مکان‌ها در سال‌های مورد نظر به استثنای کرج در سال دوم حاکی از وجود تفاوت‌های معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های آزمایشی است که در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می‌باشد. بالاترین ضریب تغییرات مربوط به سال ۱۳۸۱ کرج با ۱۹/۳۸ درصد و کمترین ضریب تغییرات مربوط به مغان با متوسط ۱۰/۶۸ درصد بود (جدول ارزیه نشده است).

مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها با ساری گل (شاهد) در محیط‌های مختلف (جدول ۲) نشان داد که ژنوتیپ شاهد در برخی از مکان‌ها و سال‌ها از نظر عملکرد بر تعدادی از ژنوتیپ‌ها برتری داشته یا حداقل هم‌ردیف آن‌ها بود. هم‌چنین ملاحظه می‌شود که نه تنها میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در یک مکان متفاوت است، بلکه میانگین آن‌ها از مکانی به مکان دیگر و حتی در یک مکان از سالی به سال دیگر تغییر می‌یابد. چنین واکنش‌هایی در مورد کلزا و بسیاری از گیاهان زراعی نیز گزارش شده است (خوش نظر و همکاران، ۱۳۷۷؛ قاسمی و همکاران، ۱۳۷۵؛ هنرنژاد و همکاران، ۱۳۷۶؛ موسویون و اهدایی، ۱۳۶۷). بنابراین بررسی عملکرد ژنوتیپ‌ها و گزینش آن‌ها برای

نسبت به میانگین کل آزمایش‌ها تفاوت معنی‌داری نشان می‌دهد و هم‌چنین دارا بودن ضریب رگرسیون معادل یک و بالاخره انحراف ناچیز از خط رگرسیون، پر محصول‌ترین و در عین حال پایدارترین ژنوتیپ مورد آزمایش می‌باشد، به ویژه آن که ضریب تبیین (R^2) این ژنوتیپ نیز بالا بود. در بعضی از منابع (Becker and Leon, 1988) نیز به مفید بودن این معیار جهت گزینش ژنوتیپ‌های پایدار اشاره شده است. ژنوتیپ‌های شماره ۲ (S-2) و شماره ۲۰ (Hyola308) نیز که از لحاظ عملکرد دانه با ژنوتیپ شماره ۲۱ (هیبرید Hyola401) تفاوت معنی‌داری نداشته و دارای ضریب رگرسیونی در حدود واحد می‌باشند، به عنوان ژنوتیپ‌های با پایداری متوسط و دارای سازگاری عمومی تلقی می‌گردند. ولی این ژنوتیپ‌ها میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون قابل ملاحظه‌ای را نشان دادند که در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بنابراین می‌توان این ژنوتیپ‌ها را کم و بیش برای اکثر مکان‌های مورد آزمایش توصیه نمود.

ژنوتیپ شماره ۱۷ یعنی شیرالی (Shiralee) با دارا بودن عملکردی در حد هیبرید Hyola401، ولی ضریب رگرسیون ۰/۳۷ که با عدد ۱ تفاوت معنی‌داری را نشان می‌دهد، به عنوان یک ژنوتیپ با پایداری بیش از متوسط تلقی گردیده و می‌تواند در مناطق با حاصلخیزی کم عملکرد قابل قبولی داشته باشد، ولی به بهبود شرایط

دنبال خواهد داشت. معنی‌دار نشدن میانگین مربعات اثر متقابل وارته \times محیط نشان می‌دهد که بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از نظر میزان سازگاری و پایداری عملکرد تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد.

در جدول ۴، معنی‌دار شدن میانگین مربعات انحرافات از خط رگرسیونی حاکی از این است که نقاط مربوط به عملکرد ژنوتیپ‌ها کاملاً در اطراف خط رگرسیون قرار نداشته و واکنش یک ژنوتیپ در طول تغییرات خطی با محیط می‌تواند حاوی نوسانات عمده‌ای باشد. علت این امر وجود واریانس قابل ملاحظه انحراف بعضی از ژنوتیپ‌ها از خط رگرسیون می‌باشد که در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار است. نظیر چنین واکنش‌هایی در مورد بسیاری از گیاهان زراعی نیز گزارش شده است (هنرنژاد و همکاران، ۱۳۷۶؛ شاهباز پور شهبازی، ۱۳۷۶).

میانگین عملکرد و پارامترهای پایداری ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در جدول ۵ نشان داده شده است. با توجه به معیارهایی که ابره‌ارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) برای پایداری ژنوتیپ‌ها قائل هستند (دارا بودن عملکرد بیشتر از میانگین کل، ضریب رگرسیون معادل یک و کمترین انحراف از خط رگرسیون) می‌توان چنین نتیجه گرفت که ژنوتیپ شماره ۲۱ (هیبرید Hyola401) با دارا بودن میانگین عملکردی معادل ۴۰۸۵ کیلوگرم در هکتار، که

جدول ۱- مشخصات اقلیمی مناطق آزمایشی
Table 1. Climatical characteristics of the experimental locations

Regions	مناطق	ارتفاع از سطح دریا Altitude (m)	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude	متوسط بارندگی سالانه Rainfall (mm)
Gonbad	گنبد	76	55°. 28	36°. 51	400-500
Gorgan	گرگان	5.5	54°. 20	36°. 55	400-500
Moghan	مغان	1600	48°. 50	39°. 42	350-450
Karaj	کرج	1321	51°. 5	35°. 48	250-350

جدول ۲ - مقایسه میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در سال‌ها و مکان‌های مختلف
 Table 2. Comparison of grain yield (kg ha⁻¹) of spring- rapeseed genotypes in different years and locations

ژنوتیپ Genotype	منشا Source	۱۳۷۹ - ۸۰				۲۰۰۱ - ۰۲			
		(2000 - 01)	Gonbad	Gorgan	Moghan	Karaj	Gonbad	Gorgan	Moghan
1- Legacy	Canada	3293 C	2722 C	2633 C	3749 C	3821 C	2458 C	2678 B	3199 C
2- Syn-2	Iran	3256 C	3903 A	3021 C	4589 A	3776 C	4337 A	2557 C	3877 C
3- Cyclone	Canada	2842 C	3502 B	3188 B	4300 A	3722 C	3017 B	2567 C	3682 C
4- Norseman	Canada	2952 C	2840 C	3167 B	4511 A	3647 C	3084 B	2611 C	3448 C
5- Syn-3	Iran	3390 C	3616 A	3167 B	4634 A	3165 C	3121 A	2042 C	4067 B
6- Kristina	Canada	3083 C	3830 A	3479 A	3879 C	3861 B	3014 B	2522 C	3506 C
7- Profit	Canada	3028 C	3500 B	2896 C	4204 A	3674 C	2890 C	2352 C	3710 C
8- LG- 3310	Canada	2983 C	3681 A	2625 C	4184 A	3418 C	2496 C	2567 C	3586 C
9- Garrison	Canada	2675 C	3351 C	3083 C	4086 B	3304 C	2546 C	2322 C	3415 C
10- Magnum	Canada	2602 C	2608 C	3146 C	3933 B	3104 C	2674 C	2011 C	3197 C
11- Bolero	Germany	2685 C	2196 D	3375 A	3899 B	3514 C	3003 B	2499 C	3142 C
12- Rafaela	Italy	2977 C	2156 D	3667 A	4336 A	3741 C	2852 C	2567 C	3489 C
13- Sponsor	Sweden	2838 C	3283 C	3083 C	4623 A	3571 C	3557 A	2811 A	3274 C
14- Dakini	Denmark	2229 D	1401 E	2688 C	3876 C	3418 C	2464 C	2589 C	3290 C
15- Fusia	Mexico	3038 C	3841 A	3021 C	4215 A	3673 C	2660 C	2589 C	3370 C
16- Foseto	Mexico	2979 C	2594 C	2875 C	4239 A	3604 C	2024 C	2944 A	3158 C
17- Shiralee	Australia	3287 C	3687 A	3333 B	4844 A	3964 B	3043 B	3064 A	3856 C
18- Quantum	Canada	3000 C	3713 A	2979 C	4200 A	3859 B	2965 B	3051 A	3496 C
19- Goliath	Denmark	2975 C	3508 B	2604 C	2146 E	3576 C	2756 C	2367 C	3538 C
20- Hyola308	Canada	3494 B	3751 A	2833 C	4051 B	3986 B	4472 A	2256 C	4251 A
21- Hyola401	Canada	4029 A	4739 A	3187 B	4768 A	4928 A	4493 A	2278 C	4582 A
22- Sarigol	Iran	2921 C	2841 C	2542 C	3228 C	3212 C	2438 C	2087 C	3253 C
23- Option500	Denmark	2788 C	3738 A	3375 A	4392 A	3600 C	2545 C	3144 A	3422 C
LSD 0.05	(Kg/ha)	522	570	621	655	625	497	536	696
LSD 0.01	(Kg/ha)	694	758	825	871	830	661	712	924

C: Non significantly different from the check.

C : عدم تفاوت معنی دار با شاهد

B and A : Yield increase at 5% and 1% probability levels respectively, comparing to the check.

B و A : به ترتیب افزایش عملکرد معنی دار نسبت به شاهد در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

D and E : Yield increase at 5% and 1% probability levels respectively, comparing to the check.

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

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در سال‌ها و مکان‌های مختلف

Table 3. Combined analysis of variance for grain yield of spring- rapeseed genotypes in different locations and years

S. O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS
Year (Y)	سال	1	8851297	8851297 ^{ns}
Location(L)	مکان	3	87067013	29022338.6 ^{ns}
YL	سال x مکان	3	53060635	17686878.3 ^{**}
Rep (YL)	تکرار در سال و مکان	24	8258370	344098.7 ^{**}
Genotype (G)	ژنوتیپ	22	66721015	3032773.4 ^{**}
GY	ژنوتیپ x سال	22	8855917	402541.7 ^{ns}
GL	ژنوتیپ x مکان	66	51348768	778011.6 ^{ns}
GLY	ژنوتیپ x سال x مکان	66	37259140	564532.4 ^{**}
Pooled error	اشتباه مرکب	528	93437076	176964.2
		χ^2 (df=9) : 14.07 [*]	χ^2 (df=7) : 12.83 ^{ns}	

ns and **: Non significant and significant at the 1% probability level. ns، **: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

توسط کانگ (Kang, 1988) معرفی گردیده است، استفاده شد (جدول ۵). در اینجا ژنوتیپ‌هایی که YSi بیشتر از میانگین (۵/۸۷) داشته‌اند، به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب تشخیص داده شدند که ژنوتیپ‌های پرمحصول شماره‌های ۲، ۲۰ و ۲۱ از آن جمله هستند. آنچه از این مطالعه نتیجه گرفته می‌شود آن است که ژنوتیپ شماره ۲۱ (Hyola401) می‌تواند به عنوان یکی از مناسب‌ترین و امیدبخش‌ترین ژنوتیپ‌ها جهت کشت در مناطق مورد مطالعه معرفی شود. ژنوتیپ‌های شماره ۲۰ (Hyola308) و شماره ۲ (S-2) نیز با داشتن سازگاری عمومی تقریباً در همه مناطق قابل کشت می‌باشند، در حالی که سایر ژنوتیپ‌ها به ویژه ژنوتیپ شاهد ساری گل (Sarigol) با وجود دارا بودن پایداری متوسط از عملکرد قابل توجهی برخوردار نبودند.

کشت پاسخ‌چندان مناسبی نداده و بیشتر برای مناطق ضعیف و کم بازده مناسب می‌باشد. مضافاً به این که نتایج تجزیه کیفی این ژنوتیپ به ویژه از لحاظ میزان گلوکوزینولات بالا بوده است (نتایج ارائه نشده است). در این مطالعه، ژنوتیپ‌های شماره ۱۴، ۱۶ و ۱۹ با دارا بودن ضریب رگرسیونی معادل یک دارای سازگاری عمومی بودند، اما عملکرد قابل توجهی نداشتند. علاوه بر این، عملکرد آن‌ها در طول تغییرات خطی با محیط دارای نوسانات عمده‌ای می‌باشد.

بر اساس آماره CV_i (جدول ۵) ژنوتیپ شماره ۳ یعنی Cyclone جزء سه ژنوتیپ پایدار بعد از ژنوتیپ‌های شماره ۲۱ (Hyola401) و شماره ۲ (S-2) بود. به طوری که ضریب تبیین این ژنوتیپ‌ها نیز بسیار بالا و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. برای اطمینان بیشتر، از معیار گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری (Ysi) که

جدول ۴ - تجزیه واریانس پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های بهاره کلزا

Table 4. Stability analysis of grain yield of spring-rapeseed genotypes

S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	مجموع مربعات SS	میانگین مربعات MS
Total	کل	183	78290946.37	
Genotype (G)	ژنوتیپ	22	16680253.80	758193.35**
Environment + (GxEnv)	محیط + (ژنوتیپ × محیط)	161	61610692.57	
Env (Linear)	محیط (خطی)	1	37244733.71	37244733.71**
G x Env (Linear)	ژنوتیپ × محیط (خطی)	22	2361389.71	107335.89 ^{ns}
Pooled deviation	انحراف مرکب	138	22004569.14	159453.39**
G1		6	111433.99**	
G2		6	190132.04**	
G3		6	17544.34 ^{ns}	
G4		6	57271.29 ^{ns}	
G5		6	177464.01**	
G6		6	86674.43 ^{ns}	
G7		6	20215.76 ^{ns}	
G8		6	103882.4*	
G9		6	48847.00 ^{ns}	
G10		6	73584.31 ^{ns}	
G11		6	38518.27 ^{ns}	
G12		6	373317.15**	
G13		6	398311.91**	
G14		6	406456.45**	
G15		6	62267.94 ^{ns}	
G16		6	196921.25**	
G17		6	186784.51**	
G18		6	57073.93 ^{ns}	
G19		6	322861.64**	
G20		6	370435.76**	
G21		6	83215.89 ^{ns}	
G22		6	42146.17 ^{ns}	
G23		6	242067.65**	
Pooled error	اشتباه مرکب	528	44241.05	

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

ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۵- پارامترهای پایداری ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در محیط‌های مختلف
Table 5. Stability parameters of spring- rapeseed genotypes in different environments

ژنوتیپ Genotype	عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹)	ضریب رگرسیون Reg. coef. (b _i)	انحراف از رگرسیون Devi.From reg. (S ² d _i)	ضریب تبیین Deter.coef. (R _i ²)	ضریب تغییرات Var.coef. (CV _i)	عملکرد پایداری Yield stability (YS _i)
1	3069 B	0.84 ^{ns}	111434 ^{**}	62.9 ^{**}	16.6	2
2	3665 A	1.09 ^{ns}	190132 ^{**}	94.9 ^{**}	14.4	24
3	3353 A	1.10 ^{ns}	17544 ^{ns}	94.9 ^{**}	16.4	16
4	3283 A	1.14 ^{ns}	57271 ^{ns}	86.0 ^{**}	18.2	6
5	3400 A	1.27 [*]	177464 ^{**}	71.0 ^{**}	21.4	12
6	3397 A	0.85 ^{ns}	86674 ^{ns}	69.3 ^{**}	18.2	10
7	3282 A	1.18 ^{ns}	20216 ^{ns}	62.6 ^{**}	18.1	3
8	3193 A	1.11 ^{ns}	103882 [*]	76.1 ^{**}	19.4	0
9	3098 A	1.08 ^{ns}	48847 ^{ns}	86.5 ^{**}	18.1	-1
10	2909 C	1.04 ^{ns}	73584 ^{ns}	79.8 ^{**}	19.4	-7
11	3039 B	0.82 ^{ns}	38518 ^{ns}	49.2 [*]	18.6	-4
12	3223 A	1.03 ^{ns}	373317 ^{**}	43.6 [*]	23.8	1
13	3380 A	1.47 ^{**}	398312 ^{**}	79.0 ^{**}	22.4	9
14	2744 C	0.98 ^{ns}	406456 ^{**}	39.0 ^{ns}	27.8	-9
15	3301 A	1.04 ^{ns}	62268 ^{ns}	82.5 ^{**}	19.8	7
16	3052 B	1.00 ^{ns}	196921 ^{**}	57.8 ^{**}	20.8	-3
17	3635 A	0.37 ^{**}	186784 ^{**}	59.3 ^{**}	14.7	15
18	3408 A	0.89 ^{ns}	57074 ^{ns}	78.8 ^{**}	17.5	11
19	2934 C	0.07 ^{ns}	322862 ^{**}	0.4 [*]	18.2	-6
20	3637 A	0.94 ^{ns}	370436 ^{**}	39.4 [*]	20.1	22
21	4126 A	1.07 ^{ns}	83216 ^{ns}	90.6 ^{**}	14.2	25
22	2815 C	0.73 ^{ns}	42146 ^{ns}	77.5 ^{**}	16.4	-4
23	3376 A	1.08 ^{ns}	242068 ^{**}	56.5 ^{**}	21.5	6
Mean	3275					5.87

ns, * and ** : Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

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

b: tested for b_i = 1 For A, B, C see table 2

b با یک آزمون شده است.

ثبت داده‌های خام و ارسال آن‌ها به کرج نقش داشته‌اند
قدردانی می‌شود. از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه
نهال و بذر و نیز از بخش تحقیقات دانه‌های روغنی
که اعتبارات این پژوهش را تأمین کرده‌اند، تشکر
می‌شود.

از آقایان مهندس رحمت‌الله بهمرام، مهندس
ابوالفضل فرجی، مهندس غلامحسین عرب و مهندس
صابر سیف امیری و تکنسین‌های ارجمند آن‌ها در مراکز
تحقیقاتی گرگان، گنبد، ساری و مغان که در اجرا و

References

- خوش نظر، ر.، م. ر. احمدی، و م. ر. قنادها. ۱۳۷۷. بررسی سازگاری عملکرد ژنوتیپ‌ها و لاین‌های کلزا. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.
- شاهباز پورشهبازی، ع. ۱۳۷۶. بررسی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها مختلف سویا. مجله نهال و بذر ۲۱-۱۲: ۳(۴).
- قاسمی، م.، م. مقدم، ع. اکبری و م. ضعیفی زاده. ۱۳۷۵. بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها گندم پائیزه آبی در مناطق سردسیر کشور. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- موسویون، م. و ب. اهدایی. ۱۳۶۷. مطالعه اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط و تخمین میزان سازگاری و ثبات عملکرد ژنوتیپ‌ها گندم معمولی. مجله علمی کشاورزی ۱۷-۱۳: ۱۲.
- هنرئزاد، ر.، ح. درستی، م. ص. محمد صالحی و ع. ترنگ. ۱۳۷۶. تعیین پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌ها برنج در شرایط محیطی مختلف. مجله نهال و بذر ۴۳-۳۲: ۱۳(۴).

- Becker, H. C., and J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*. **101**: 1-23.
- Comstock, R. E. and R. H. Moll. 1963. Genotype- environment interactions. pp.146-196. In: W.D. Hanson and H. F. Robinson (eds.). *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Washington, Nat. Acad. Sci. Nat. Res. Council publ. 982pp.
- Delacy, I. H., K. E. Basford, M. Cooper, J. K. Bull, and C. B. McLaren. 1996. Analysis of multi-environment trials. An historical perspective. pp.39-124. In: M. Cooper and G. L. Hammer (eds.). *Plant Adaptation and Crop Improvement*. CAB. International. USA.
- Eagles, H. A. and K. J. Frey. 1977. Repeatability of the stability-variance parameter in oats. *Crop Science* **17**: 253-256.
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. **6**: 36 - 40.
- Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Australian Journal of Agricultural Research*. **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. *Canadian Journal of Plant Science*. **58**: 1029-1034.
- Huhn, M. 1979. Beitrage zur Erfassung der Phenotypischen Stabilitaet. I. Vorschlag einiger auf Rang Informationen Beruehender Stabilitaets Parameter. *EDV in Medizin and Biologie* **10**: 112-117.
- Kang, M. S. 1988. A rank- sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communications* **16**: 113-115.

- Kang, M. S. 1991. Modified rank- sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communications* **19**: 361-364.
- Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. *Agronomy Journal* **85**: 754-757.
- Kang, M. S. and F. A. Martin. 1987. A review of important aspects of genotype- environmental interaction and practical suggestion for sugarcane breeders. *Journal of American Society of Sugarcane Technology* **7**: 36-38.
- Leon, J. 1986. Methods of simultaneous estimation of yield and yield stability. pp. 299-308. In: *Biometrics in Plant Breeding. Proceedings of the 6th Meeting Eucarpia Section, Birmingham, UK.*
- Lin, C. S., M. R. Binns, and L. P. Lefkovich. 1986. Stability analysis: Where do we stand? *Crop Science* **26**: 894-900.
- Mahler, K. A. and D. L. Auld. 1991. Effect of production environment on yield and quality of winter rapeseed in the U. S. A. In : D. I. McGregor (ed.) *Proc. 8th Int. Rapeseed Congress , Saskatoon , Canada .*
- Pinthus, M. J. 1973. Estimate of genotypic value: A proposed method. *Euphytica* **22**: 121-123.
- Porter, P. M. 1991. Agronomic practice for canola growth in south Carolina, U. S. A. In: D. I. McGregor (ed.) *Proc. 8th Intl. Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada .*
- Raymer, P. L. 1991. Selection of suitable canola cultivars for winter production in the Southeastern United States. In: D. I. McGregor (ed.) *Proc. 8th Int. Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada.*
- Romagosa, I. and P. N. Fox. 1993. Genotype x environment interaction and adaptation. In: M. D. Hayward, N. Bosamark, and I. Romagosa (eds.). *Plant Breeding: Principles and Prospects.* Chapman and Hall, London, PP. 373-390.
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity* **29**: 237-245.
- Svensk, H. 1978. Breeding for increased yield in double low spring rape. In *Proc. 5th International Rapeseed Congress, Malmo, Sweden.*
- Wricke, G. 1962. Ueber eine Methode zur Erfassung der Ökologischen streubreite in Feld-Versuchen. *Z. Pflanzenzuechtung* **47**: 92-96.

Stability of seed yield in spring rapeseed (*Brassica napus*) genotypes

H. Amiri Oghan¹, M. H. Alemzadeh- Khoomaram² and F. Javidfar³

ABSTRACT

The present study was conducted to determine high yielding rapeseed cultivars adapted to different agro-climatic conditions. The 22 spring type rapeseed genotypes as well as a check cultivar (Sarigol) were evaluated in a randomized complete block design with four replications in four locations for two cropping seasons (2000-02). Simple ANOVA of yield showed significant differences among the genotypes. In combined analysis of variance (based on 8 environments), the effects of locations and years were not-significant, but interaction effect of year x location was highly significant. Differences among genotypes were also significant, while the mean squares of genotype location and genotype * year interactions were not significant, however the mean squares of genotype * year * location interactions were significant. According to the Eberhart and Russell's, the genotype No. 21 (Hyola401) with highest yield, coefficient of regression equal to unity and non-significant deviation from regression was the most stable genotype. Differences in grain yield of genotypes No.2 (S-2), No. 20 (Hyola308) and No. 21 (Hyola401) were not significant, Therefore recognized as genotypes with average stability. Based on coefficient of variation (CVi), genotype no.3 (Cyclone) was one of the three stable genotypes following to Hyola 401 and S-2, coefficient of determination (R^2) of these genotypes were highly significant. Finally, based on simultaneous selection for yield and stability, the high yielding genotypes No. 21 (Hyola401), No. 2 (S-2) and No. 20 (Hyola308) could be recommended for target environments.

Key words: Spring rapeseed, Genotype x environment, Seed yield, Stability parameters