دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

# تجزیه پایداری عملکرد روغن در ژنوتیپ‌های مختلف کلزا (*Brassica napul* L.) در دو تاریخ کاشت نرمال و تاخیری در استان کرمانشاه

**عباس رضایی‌زاد[۱]، اسداله زارعی سیاه بیدی[۲] و فخرالدین مرادقلی[۳]**

۱- دانشیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، (نویسنده مسوول: arezaizad@yahoo.com)
۲- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۴

**چکیده**

**به‌منظور ارزیابی پایداری عملکرد روغن ژنوتیپ‌های کلزا و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، ۲۲ ژنوتیپ کلزا در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی اسلام آباد غرب طی سه سال زراعی در دو تاریخ کاشت نرمال و کشت تأخیری مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ×محیط برای عملکرد روغن معنی‌دار بود. سهم اثر محیط و اثر متقابل ژنوتیپ×محیط در بیان عملکرد روغن بیشتر از اثر ژنوتیپ بود. نتایج تجزیه امی عملکرد روغن نشان داد که چهار مولفهٔ اصلی برای اثر متقابل ژنوتیپ×محیط معنی‌دار گردید. بر اساس نمایش گرافیکی بای‌پلات اولین و دومین مولفهٔ اصلی اثر متقابل که سهم ژنوتیپ‌ها را در ایجاد اثر متقابل مولفهٔ اول و دوم نشان می‌دهد ژنوتیپ‌های پاراده، کریستینا، گولیات، شیرالی، کیمبرلی و الکت تقریبا در مرکز بای‌پلات قرار گرفته و از این نظر دارای پایداری عملکرد روغن بودند. استفاده از آماره ارزش پایداری امی (ASV) نیز پایداری عملکرد روغن ژنوتیپ‌های فوق را تایید نمود. ژنوتیپ‌های زرفام و هایولا ۴۰۱ با فاصله گرفتن از مرکز بای‌پلات در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی از پایداری عملکرد روغن کمتری برخوردار بودند. بر اساس این بای‌پلات، محیط‌های E1، E4 و E3 دارای بیشترین سهم در ایجاد اثر متقابل و محیط E2 دارای کمترین سهم در ایجاد اثر متقابل بودند. نتایج نشان داد که بر اساس آماره‌های پایداری استفاده شده در این تحقیق، ژنوتیپ‌های متفاوتی به‌عنوان ژنوتیپ پایدار معرفی شدند از این رو توصیه می‌شود برای شناسایی دقیق و مطمئن ژنوتیپ‌های پایدار و پرعملکرد کلزا از روش‌های متعددی استفاده شود.**

**واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، بای‌پلات، تجزیه امی**

## مقدمه

نیاز روزافزون و وابستگی شدید کشور به روغن نباتی سبب توجه خاص به توسعه کشت کلزا به‌عنوان یکی از دانه‌های روغنی مهم گردیده، به‌طوری‌که سطح زیر کشت و تولید آن در سال‌های اخیر از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار بوده است. سطح زیر کشت این گیاه در دنیا با توجه به مصارف متنوع آن به‌عنوان روغن خوراکی برای انسان، کنجاله برای دام و همچنین استفاده از آن در سوخت بیودیزل در حال افزایش می‌باشد. هدف اصلی در برنامه‌های به‌نژادی کلزا دست یافتن به ارقامی با عملکرد بالاتر در واحد سطح برای دانه و روغن می‌باشد. تغییرپذیری در عملکرد دانه و روغن کلزا حاکی از وجود تاثیر محیط (نوع خاک، کود، آبیاری، شرایط اقلیمی و فتوپریود) و اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بر بیان این صفات می‌باشد. یکی از اهداف به نژادی کلزا دستیابی به ارقامی می‌باشد که در طیف وسیعی از شرایط محیطی پایداری عملکرد داشته باشد و بنابراین درک اثر متقابل ژنوتیپ×محیط در این زمینه می‌تواند راهگشا باشد (۱۳). گفته می‌شود که اثر متقابل ژتوتیپ×محیط وقتی اتفاق می‌افتد که واریته‌های مختلف پاسخ‌های متفاوتی به محیط‌های مختلف نشان می‌دهند. این اثر متقابل وقتی اهمیت دارد که معنی‌دار باشد و تغییر معنی‌داری نیز در زمینه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف به وجود آورد یعنی ژنوتیپ‌های مختلف در محیط‌های متفاوت برتری داشته باشند (۴). آگاهی از چگونگی اثرگذاری این اثر متقابل بر عملکرد یک رقم ممکن است در گزینش بهترین ارقام و محیط‌ها کمک قابل توجهی نماید (۲۵). یکی از روش‌های اصلاح ژنوتیپ‌ها از طریق کاهش اثرات متقابل ژتوتیپ×محیط، انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار به دامنه گسترده‌ای از محیط‌ها به‌منظور پیش‌بینی عملکرد در محیط‌های مورد نظر می‌باشد (۱۴). این اثر متقابل و تاثیر آن بر عملکرد ژنوتیپ‌ها اساس آزمایش‌های تجزیه پایداری است (۲۶). اصطلاح پایداری دارای مفاهیم متعددی است. محققان از اصطلاح سازگاری، پایداری فنوتیپی و پایداری عملکرد استفاده می‌کنند (۲). اما اصطلاح پایداری رایج‌تر بوده و بر پایداری و ثبات تولید و عملکرد یک ژنوتیپ خاص با حداقل تغییرات در محیط‌های مختلف دلالت دارد. در مطالعات انجام گرفته از روش‌های متفاوتی شامل روش‌های تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون، چند متغیره و روش‌های ناپارامتری برای انتخاب ارقام با پایداری عملکرد دانه استفاده شده است (۸). نوساد و همکاران (۱۹) پایداری ۲۵ ژنوتیپ کلزا را با استفاده از روش امی در پنج منطقه مورد مطالعه قرار دادند و گزارش دادند که سهم محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ×محیط در توجیه عملکرد دانه به ترتیب ۶۹/۸، ۱۳/۷ و ۸/۱ درصد بود. مرجانویچ ژرومالا و همکارن (۱۳) پایداری عملکرد روغن ۱۹ ژنوتیپ کلزا را در شش فصل زراعی با استفاده از روش‌های اکوالانس ریگ، ضریب رگرسیون، مربع میانگین انحرافات و تجزیه امی مورد مطالعه

قرار دادند. در این مطالعه با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین آماره‌های پایداری اکوالانس ریگ و مربع میانگین انحرافات، نتیجه‌گیری شد که هر کدام از این آماره‌ها مستقلا می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. از طرفی به دلیل سهولت در انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار در بای‌پلات‌های حاصل از تجزیه امی توصیه شد که از این روش در انتخاب ژنوتیپ‌های پر عملکرد و پایدار استفاده شود. جاویدفر و همکاران (۱۰) پایداری عملکرد دانه برخی ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا را بر اساس روش ابرهارت و راسل (۳) مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمودند که ژنوتیپ‌های SLM046 و Parade از بیشترین سازگاری برخوردار بودند. احمدی و همکاران (۱) در بررسی پایداری ۱۹ لاین و رقم کلزا با استفاده از آماره‌های پارامتری و غیر پارامتری ارقام و لاین‌های Option500، PP-308-8، PP-4010-15E، PP-401-16 و Shiralee را به‌عنوان ارقام و لاین‌های پرمحصول و پایدار با میزان روغن بالا معرفی کردند. مصطفوی و همکاران (۱۸) واکنش عملکرد ارقام تجاری کلزا را به محیط های مختلف با استفاده از روش گرافیکی GGE Biplot مورد ارزیابی قرار دادند و گزارش نمودند که سه رقم Licord، Hayola308 و Modena از عملکرد بالایی برخوردار بوده و از این میان رقم Modena از پایداری عملکرد بیشتری برخوردار بود. در این مطالعه رقم Opera از کمترین عملکرد دانه برخوردار بود. پورداد و جمشید مقدم (۲۳) از روش GGE بای‌پلات برای بررسی عملکرد دانه نه ژنوتیپ کلزا در چهار منطقه طی دو سال استفاده کردند. در این مطالعه، بررسی همزمان پایداری و عملکرد ژنوتیپ‌ها با استفاده از بای‌پلات مختصات محیط نشان داد که هیبرید Hyola401 با بیشترین عملکرد دانه ناپایدارترین ژنوتیپ بود و دو رقم Option500 و Kristina با عملکردهای بالا و پایداری عملکرد نسبی گزینش شدند. مرتضویان و عزیزی‌نیا (۱۷) پایداری عملکرد دانه ۱۷ ژنوتیپ کلزا را در هفت منطقه ایران به مدت دو سال با استفاده از روش‌های مختلف ناپارامتری مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه رقم Geromino به‌عنوان پایدارترین رقم معرفی شد.

در برنامه‌های به‌نژادی کلزا، یافتن ارقامی که بتوانند در شرایط محیطی مختلف از عملکرد روغن مناسبی برخوردار باشند از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از شرایط محیطی که در مناطق سرد و معتدل سرد می‌تواند زراعت کلزا را با محدودیت مواجه سازد تاخیر در کاشت می‌باشد. تاریخ کاشت مناسب در این مناطق ۳۰-۲۰ شهریور ماه می‌باشد اما با توجه به اینکه در این مقطع زمانی منابع آبی (چاه و رودخانه‌های فصلی) به دلیل استفاده در زراعت‌های تابستانه در کمترین میزان خود قرار دارد، کشاورزان کلزا کار تمایل دارند که کلزا را با تاخیر بکارند تا تعداد دفعات آبیاری قبل از شروع بارندگی‌های پاییزه به حداقل برسد. لذا در این مطالعه سعی شده است ژنوتیپ‌هایی از کلزا که بتوانند در سال‌های مختلف و همچنین شرایط محیطی متفاوت و از جمله کشت تأخیری پایداری عملکرد روغن خود را حفظ نمایند شناسایی شود.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی پایداری عملکرد روغن ژنوتیپ‌های کلزا و اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط، ۲۲ ژنوتیپ کلزا در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی اسلام آبادغرب طی سه سال زراعی ۹۱-۹۰، ۹۲-۹۱ و ۹۳-۹۲ و دو تاریخ کاشت نرمال (هفتم مهر) و کشت تأخیری (هفتم آبان ماه) مجموعا شش محیط مورد ارزیابی قرار گرفتند. ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آبادغرب به مساحت ۶۵ هکتار در کیلومتر ۷ جاده اسلام‌آباد غرب-کرند غرب بین دو عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۸ دقیقه شرقی و ۴۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی در دامنه سلسله جبال زاگرس با ارتفاع ۱۳۴۶ متر از سطح دریا، متوسط بارندگی سالانه ۴۶۸ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالانه ۱۳+ درجه سانتی‌گراد متأثر از شرایط مدیترانه‌ای نیمه خشک، فاقد باران تابستانه و اکثر نزولات آسمانی در فصول پائیز، زمستان و بهار حادث می‌شود. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر و مساحت پنج مترمربع بود. در زمان برداشت پس از حذف نیم متر از دو انتهای کرت، عملکرد دانه تعیین گردید. درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه NMR اندازه‌گیری شد و در انتها عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد روغن دانه به دست آمد. آماره‌های پایداری شامل واریانس محیطی ($Si^2$) (۲۵)، ضریب تغییرات محیطی ($CVi$) (۷)، واریانس پایداری شوکلا ($\$^2i$) (۲۸)، اکووالانس ریک ($Wi$) (۳۲ )، ضریب رگرسیونی فنیلی و ویلکینسون (۵) و ابرهارت و راسل ($bi$) (۳ )، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ($S^2d_i$) (۲۰)، ضریب تشخیص خطی ($R^2$) (۲۱)، ارزش پایداری امی ($ASV$) (۲۴) و شاخص برتری ($Pi$) (۱۲) برای اندازه‌گیری میزان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط محاسبه گردید. برای محاسبه آماره همزمان عملکرد و پایداری طبق روش پیشنهادی کنگ (۱۱) به شرح ذیل اقدام شد:

۱- میانگین ژنوتیپ‌ها مرتب و رتبه‌بندی شدند به‌طوری بالاترین رتبه به بالاترین عملکرد روغن تعلق گرفت.

۲- میزان حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد محاسبه گردید.

۳- مطابق با حداقل اختلاف معنی‌دار ضریب تصحیح رتبه محاسبه شد به‌طوری‌که (۱+) برای ژنوتیپ‌هایی که عملکرد روغن آنها از میانگین کل ژنوتیپ‌ها به اندازه یک LSD بیشتر بود و (۱-) برای ژنوتیپ‌هایی که عملکرد روغن آنها از میانگین کل ژنوتیپ‌ها به اندازه یک LSD کمتر بود، در نظر گرفته شد. عدد صفر نیز برای حالتی در نظر گرفته شد که اختلاف عملکرد روغن ژنوتیپ با میانگین عملکرد روغن ژنوتیپ‌های مورد بررسی کمتر از یک LSD باشد.

۴- از حاصل‌جمع جبری رتبه عملکرد و ضریب تصحیح رتبه، رتبهٔ تصحیح شده برای عملکرد روغن برای هر ژنوتیپ به دست آمد.

۵- میزان پایداری بر مبنای واریانس پایداری شوکلا برای هر ژنوتیپ محاسبه گردید به‌طوری‌که اعداد ۸-، ۴- و ۲- به ترتیب برای معنی‌دار بودن آماره پایداری شوکلا در سطح یک، پنج و ۱۰ درصد اختصاص یافت. عدد صفر برای حالت غیرمعنی‌دار در نظر گرفته شد.

۶- حاصل‌جمع جبری رتبه تصحیح شده و میزان پایداری به عنوان آماره توأم عملکرد و پایداری در نظر گرفته شد و ارقامی که دارای بیشترین میزان این آماره بودند به‌عنوان ارقام پایدار معرفی شدند. از نرم‌افزارهای SAS، IRRISTAT، SPSS و Excel به ترتیب برای انجام تجزیهٔ واریانس مرکب، تجزیهٔ امی، رسم نمودارهای بای‌پلات اثر متقابل و روابط مربوط به سایر آماره‌های پایداری استفاده شد. به‌منظور پرهیز از درج عبارات انگلیسی در متن مقاله به جای نام انگلیسی ژنوتیپ‌ها از معادل فارسی آنها بر اساس جدول زیر استفاده شد:

جدول ۱- اسامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی کلزا

Table 1. Oilseed rape Genotypes name

| شماره ژنوتیپ | نام انگلیسی | نام فارسی | شماره ژنوتیپ | نام انگلیسی | نام فارسی |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ELECT | الکت | ۱۲ | RGS 003 | آر. جی. اس.۰۰۳ |
| ۲ | KRISTINA | کریستینا | ۱۳ | HYOLA 308 | هایولا۳۰۸ |
| ۳ | SHIRALEE | شیرالی | ۱۴ | MHA 01/18 | ام.اچ.آ.۰۱/۱۸ |
| ۴ | KIMBERALY | کیمبرلی | ۱۵ | OKAPI | اوکاپی |
| ۵ | MAGENT | مگنت | ۱۶ | SLM O46 | اس.ال.ام.۰۴۶ |
| ۶ | PARADE | پاراده | ۱۷ | ZARFAM | زرفام |
| ۷ | GOLIATH | گولیات | ۱۸ | LICORD | لیکورد |
| ۸ | DANKLED | دانکلد | ۱۹ | ELIT | الیت |
| ۹ | VDH-8003-98 | وی.دی.اچ.۸۰۰۳-۹۸ | ۲۰ | TYALAYE | طلایه |
| ۱۰ | NK-BILBAOO | ان. کا. بیلبائو | ۲۱ | SARIGOL | ساری گل |
| ۱۱ | HYOLA 401 | هایولا۴۰۱ | ۲۲ | OPERA | اپرا |

## نتایج و بحث

نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب عملکرد روغن ۲۲ ژنوتیپ کلزا در شش محیط نشان داد که اثر محیط برای عملکرد روغن در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود (جدول ۲)، این امر نشان می‌دهد که سه سال زراعی مختلف و تاریخ کشت‌های متفاوت توانسته است شش محیط متفاوت را در تولید روغن کلزا ایجاد نماید. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه طی سه سال و در تاریخ کشت‌های متفاوت مورد ارزیابی قرار گرفتند، بنابراین در این مطالعه سال و تاریخ کاشت عامل‌های اصلی تعیین کننده شرایط محیطی در تحقیق حاضر بودند. ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز از نظر عملکرد روغن دارای اختلاف معنی‌داری بودند. این اختلاف نشان‌دهنده پتانسیل ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تولید عملکرد روغن بود. اثر متقابل ژنوتیپ×محیط نیز در سطح یک‌درصد برای عملکرد روغن معنی‌دار بود. این موضوع نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های موردبررسی واکنش متغیری نسبت به شرایط محیطی از خود نشان داده‌اند. نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب نشان داد که محیط سهم به مراتب بیشتری در تبیین عملکرد روغن داشته است (جدول ۲). در سایر مطالعات نیز محیط اثر زیادتری در تبیین عملکرد دانه و روغن کلزا داشته است (۱۰، ۱۳، ۱۶ و ۳۱). بزرگی اثر محیط بیانگر متفاوت بودن محیط‌ها بوده که باعث ایجاد تنوع در عملکرد روغن ژنوتیپ‌های کلزا شده است. پس از محیط اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بیشترین سهم را در تبیین عملکرد روغن داشته و سهم ژنوتیپ کمتر از دو منبع فوق بوده است. عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد روغن، یک صفت کمی پیچیده می‌باشد که تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ×محیط قرار دارد. پیچیدگی این صفت به واکنش‌های متفاوت ژنوتیپ‌های کلزا به شرایط متغیر محیطی بر می‌گردد (۱۹). سیدلاوسکاس و برنوتاس (۲۹) نیز گزارش دادند که عملکرد دانه کلزا تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ×محیط می‌باشد. بنابراین در فرآیند آزادسازی ارقام کلزا علاوه بر ژنوتیپ، باید توجه ویژه‌ای به محیط و اثرات متقابل ژنوتیپ×محیط داشت.

جدول ۲- میانگین مربعات عملکرد روغن در تجزیهٔ واریانس مرکب

Table 2. Mean of squares for oil yield in combined variance analysis

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات |
|---|---|---|
| محیط | ۵ | ۵۷۱۵۳۷۲** |
| خطای ۱ | ۱۸ | ۱۷۶۲۷۵ |
| ژنوتیپ (رقم) | ۲۱ | ۴۱۸۶۴۰** |
| ژنوتیپ×محیط | ۱۰۵ | ۱۶۳۵۲۹** |
| خطای ۲ | ۳۷۸ | ۵۹۴۰۴ |
| درصد ضریب تغییرا | ۱۳/۷ | |

**: معنی‌دار در سطح یک درصد

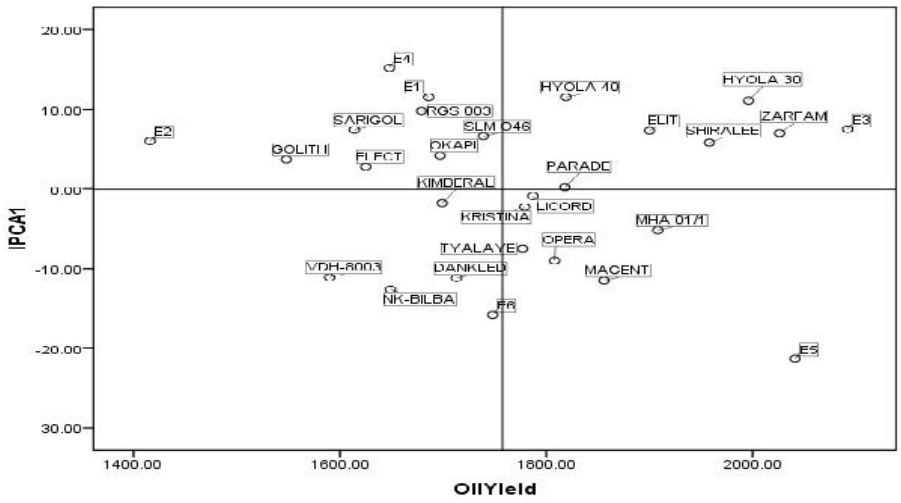
نتایج نشان داد که زرفام، هایولا۳۰۸، شیرالی، ام. اچ.آ. و الیت به ترتیب با ۲۰۲۲، ۱۹۹۵، ۱۹۵۸، ۱۹۱۹ و ۱۹۲۰۲ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد روغن بودند (جدول ۴). زرفام یک رقم آزادگرده افشان ایرانی است که قبلا پتانسیل عملکرد خود را در شرایط محیطی مختلف نشان داده است. هایولا۳۰۸ نیز یک هیبرید بهاره است که در برخی پژوهش‌های انجام گرفته عملکرد خوبی داشته است (۱۸). با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ×محیط و واکنش متفاوت ژنوتیپ‌های مورد بررسی به شرایط محیطی (سال و تاریخ کاشت) لازم است تا سهم هر یک از این ژنوتیپ‌ها در اثر متقابل ژنوتیپ×محیط تعیین شود و ژنوتیپ‌هایی که سهم کمتری در ایجاد اثر متقابل داشته باشند و از طرفی از عملکرد روغن قابل قبولی برخوردار باشند شناسایی شوند. روش تجزیهٔ آثار اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (امی) در مقایسه با سایر روش‌های تجزیهٔ پایداری دارای دقت بالاتری است و به طور گسترده در تجزیهٔ اثر متقابل ژنوتیپ و محیط استفاده می‌شود (۱۶). نتایج تجزیهٔ امی عملکرد روغن نشان داد که چهار مولفهٔ اصلی برای اثر متقابل ژنوتیپ×محیط معنی‌دار گردید (جدول ۳). این چهار مولفه مجموعا ۹۸/۴ درصد از اثر متقابل ژنوتیپ×محیط را تبیین کرد. مولفهٔ اول ۳۹/۵ درصد از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ×محیط تبیین نمود. در مطالعه مرجانویچ و همکاران (۱۳) دو مولفهٔ اول ۸۶/۹ درصد تنوع داده‌های اثر متقابل ژنوتیپ×محیط را برای عملکرد روغن کلزا توجیه کرد و در مطالعه شریفی و همکاران (۲۷) بر اساس مدل امی دو مولفهٔ اول ۷۴/۶ درصد تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ×محیط را برای عملکرد دانه تبیین کرد که برای تفسیر داده‌ها و تعیین ژنوتیپ‌های پایدار کافی به نظر می‌رسد. بر اساس مطالعات انجام گرفته دو مولفهٔ اول اثر متقابل ژنوتیپ×محیط باید حداقل ۶۰ درصد تنوع اثر متقابل را توجیه نماید تا بتوان بر اساس آن نسبت به شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار اقدام نمود (۳۴). بر اساس بای‌پلات حاصل از مولفهٔ اول اثر متقابل ژنوتیپ×محیط و عملکرد روغن (شکل ۱)، ژنوتیپ‌هایی همانند پاراده، لیکورد و کریستینا دارای سهم کمتری در اثر متقابل مولفهٔ اول هستند و از طرفی عملکرد روغن آنها از میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها بیشتر می‌باشد. بر اساس این بای‌پلات ژنوتیپی همانند هایولا۳۰۸ و یا زرفام علی‌رغم اینکه از عملکرد روغن بالایی برخوردار می‌باشند اما سهم نسبتا زیادی در ایجاد اثر متقابل دارند و از ژنوتیپ‌های پایدار محسوب نمی‌گردند. در مطالعه پورداد و جمشید مقدم (۲۳) نیز با اینکه هایولا۴۰۱ از بیشترین عملکرد دانه برخوردار بود اما ناپایدارترین ژنوتیپ کلزا شناخته شد و ژنوتیپ‌های کریستینا و آپشن۵۰۰ به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد نسبی بالا گزینش شدند. وضعیت قرار گرفتن محیط‌ها در بای‌پلات مربوطه نشان می‌دهد میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های E3 (تاریخ کاشت نرمال در سال دوم) و E5 (تاریخ کاشت نرمال در سال سوم) بیشتر از میانگین عملکرد در کشت‌های تأخیری یعنی E2 (کشت تأخیری در سال اول)، E4 (کشت تأخیری در سال دوم) و E6 (کشت تأخیری در سال سوم) بوده است. در میان کشت‌های معمول، محیط E1 (تاریخ کاشت نرمال در سال اول) کمترین عملکرد روغن را داشت. بر اساس بای‌پلات مذکور، محیط‌های E5 و E2 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین سهم در مولفهٔ اول اثر متقابل بودند. بر اساس بای‌پلات اولین و دومین مولفهٔ اصلی اثر متقابل که سهم ژنوتیپ‌ها را در ایجاد اثر متقابل مولفهٔ اول و دوم نشان می‌دهد (شکل ۲)، ژنوتیپ‌هایی که در مرکز بای‌پلات قرار می‌گیرند از پایداری عملکرد روغن برخوردار هستند و بر این اساس پاراده، کریستینا، گولیات، شیرالی، کیمبرلی و الکت تقریبا در مرکز بای‌پلات قرار گرفته و از نظر دو مولفهٔ اول اثرمتقابل پایداری عملکرد روغن داشتند. اما از میان این ژنوتیپ‌ها تنها کریستینا، شیرالی، کیمبرلی و الکت دارای عملکردی بالاتر از میانگین ژنوتیپ‌ها بودند.

جدول ۳- میانگین مربعات مولفهٔ‌های اصلی اثر متقابل ژنوتیپ×محیط در تجزیهٔ امی

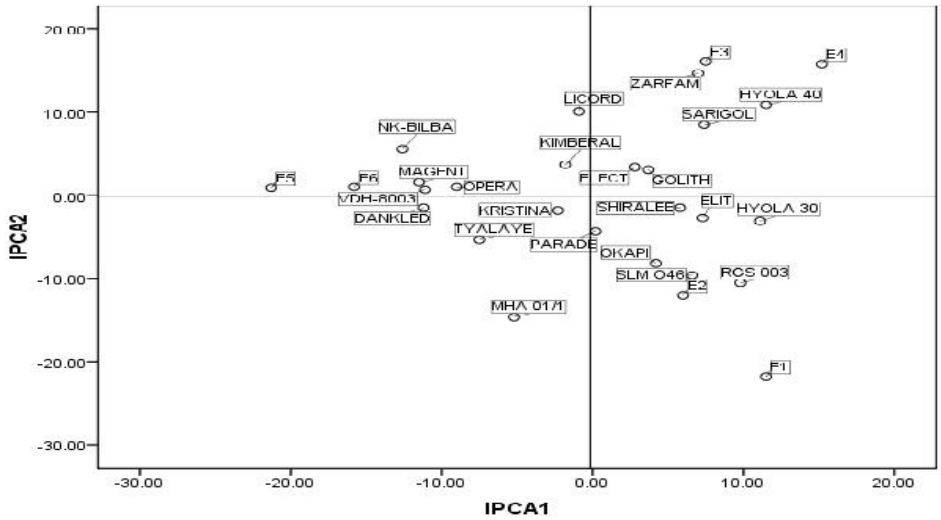
Table 3. Mean of squares for principal components of genotype×environment in AMMI analysis

| منابع | درجه آزادی | مجموع مربعات | سهم مجموع مربعات (درصد) | میانگین مربعات |
|---|---|---|---|---|
| محیط | ۵ | ۲۵۵۷۶۸۶۵ | ۳۸/۶[a] | ۵۷۱۵۳۷۲ ** |
| ژنوتیپ | ۲۱ | ۸۷۹۱۴۴۹ | ۱۱/۰[a] | ۴۱۸۶۴۰ ** |
| ژنوتیپ×محیط | ۱۰۵ | ۱۷۱۷۰۵۰۶ | ۲۱/۴[a] | ۱۶۳۵۲۹ ** |
| IPCA1 | ۲۵ | ۶۷۸۴۴۰۳ | ۳۹/۵[b] | ۲۷۱۳۷۶ ** |
| IPCA2 | ۲۳ | ۵۱۶۱۶۶۳ | ۳۰/۱[b] | ۲۲۴۴۲۰ ** |
| IPCA3 | ۲۱ | ۲۷۸۴۴۳۰ | ۱۶/۲[b] | ۱۳۲۵۹۲ ** |
| IPCA4 | ۱۹ | ۲۱۶۹۰۱۵ | ۱۲/۶[b] | ۱۱۴۱۵۹ * |
| باقی‌مانده(نویز) | ۱۷ | ۲۷۰۹۹۶ | ۱/۶[b] | ۱۵۹۴۱ |
| خطا | ۳۷۸ | ۲۲۴۵۴۶۹۵ | ۲۸/۰[a] | ۵۹۴۰۴/۰۳ |
| کل | ۵۲۷ | ۸۰۱۶۶۴۹۰ | | |

a: درصد از مجموع مربعات کل، b: درصد از مجموع مربعات اثر متقابل




شکل ۱- بای‌پلات اولین مولفهٔ اثر متقابل و میانگین عملکرد روغن ژنوتیپ‌های کلزا
Figure 1. Bi-plot of the first interaction effect component and oil yield of oilseed rape genotypes




شکل ۲- بای‌پلات اولین و دومین مولفهٔ اصلی اثر متقابل برای عملکرد روغن
Figure 2. Bi-plot of the first and second interaction effect components for oil yield

ژنوتیپ‌های زرفام و هایولا ۴۰۱ با فاصله گرفتن از مرکز بای‌پلات در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی از پایداری عملکرد روغن کمتری برخوردار بودند. عدم پایداری عملکرد هایولا ۴۰۱ قبلا توسط پورداد و جمشید مقدم نیز گزارش شده بود (۲۳) اما در مورد زرفام گزارشات متفاوتی وجود دارد به‌طوری‌که در مطالعه حسینی (۸) زرفام پایدارترین ژنوتیپ از نظر عملکرد دانه برای هر دو شرایط عدم تنش و تنش خشکی بود. بر اساس این بای‌پلات محیط‌های E1، E4 و E3 دارای بیشترین سهم در اثر متقابل و محیط E2 دارای کمترین سهم در اثر متقابل بود. نحوه پراکندگی محیط‌ها در شکل‌های ۱ و ۲ به گونه‌ای است که نمی‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت‌های تأخیری سهم بیشتری در ایجاد اثر متقابل ژنوتیپ×محیط دارند یا کشت‌های نرمال، اما می‌توان نتیجه‌گیری کرد که سال عامل موثرتری در ایجاد اثر متقابل بوده است چرا که کشت‌های تأخیری و نرمال در هر سال محیط‌های مشابهی از نظر واکنش اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بودند. برای مثال محیط‌های E3 و E4 که به ترتیب نشان‌دهنده کشت نرمال و تأخیری در سال دوم هستند در نمایش گرافیکی بای‌پلات در مجاورت یکدیگر قرار گرفته و بنابرین واکنش مشابهی از نظر اثر متقابل ژنوتیپ×محیط داشته‌اند. این موضوع برای محیط‌های E1 و E2

از یک طرف و همچنین برای محیط‌های E5 و E6 از طرف دیگر صادق می‌باشد. بنابراین اثرات متقابل ژنوتیپ×محیط، بیشتر متاثر از تغییرات سه سال اجرای آزمایش بوده و در نتیجه سال نقش مهم‌تری در تعیین اثر متقابل ژنوتیپ×محیط و به دنبال آن شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار ایفا کرده است. جهت گزینش محیط‌های مناسب با قدرت بالا در تفکیک ژنوتیپ‌ها، محیط بایستی دارای مقادیر IPCA1 بالا و IPCA2 پایین باشد (۳۳). بر این اساس محیط‌های E1، E3 و E4 دارای قدرت تفکیک ژنوتیپی بالاتری بودند. بر اساس آمارهٔ ارزش سازگاری امی (ASV) که بر مبنای وزن بیشتر برای مولفهٔ اول محاسبه می‌گردد ژنوتیپ‌هایی که دارای کمترین میزان ارزش سازگاری امی باشند دارای بیشترین پایداری خواهند بود. بر این اساس پاراده، کریستینا، گولیات، شیرالی، کیمبرلی و الکت دارای کمترین مقادیر برای ارزش سازگاری امی هستند و به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار انتخاب شدند. یکی از ایرادات این آماره در نظر نگرفتن عملکرد در شناسایی ژنوتیپ‌های پر عملکرد و پایدار می‌باشد. لذا در میان ژنوتیپ‌های انتخابی فوق، عملکرد روغن الکت، کیمبرلی و گولیات کمتر از میانگین عملکرد روغن ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. به‌منظور ارزیابی دقیق‌تر پایداری عملکرد روغن ژنوتیپ‌های کلزا از برخی آماره‌های پایداری دیگر نیز در شناسایی ژنوتیپ‌های پرعملکرد و پایدار کلزا استفاده شد (جدول ۴). از نظر دو آمارهٔ پایداری شوکلا و اکوالانس ریگ که به صورت خطی تابعی از یکدیگر می‌باشند و معمولا همبستگی بین آنها معادل یک می‌باشد سه ژنوتیپ پاراده، کریستینا و کیمبرلی داری کمترین میزان و بنابراین دارای بیشترین پایداری عملکرد بودند و هایولا ۴۰۱ با دارا بودن بیشترین مقادیر برای آماره‌های پایداری ریگ و شوکلا دارای کمترین پایداری بود. از نظر آماره‌های واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی ژنوتیپ‌های هایولا۳۰۸، پاراده و شیرالی کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند و بنابراین تغییرات کمتری از نظر عملکرد روغن در شرایط محیطی مختلف داشتند. از نظر این آماره‌ها ژنوتیپ‌های بیلبائو و ساری‌گل به ترتیب ناپایدارترین ژنوتیپ‌های مورد بررسی کلزا بودند. جاویدفر و همکاران (۱۰) بر اساس این روش ژنوتیپ‌های کلزا پاراده، اس.ال.ام.۰۴۶، فورناکس و لیکورد را به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی کردند. از نظر شاخص برتری، ژنوتیپ‌های شیرالی، هایولا۳۰۸ و زرفام دارای مقادیر کمتری بودند و بنابراین از پایداری بیشتری برای تولید روغن برخوردار بودند. این ارقام از میانگین عملکرد بالایی برخوردار بودند. ژنوتیپ‌های گولیات، وی.دی.اچ و ساری‌گل دارای بیشترین مقدار شاخص برتری و کمترین پایداری از نظر این شاخص بودند. با توجه به همبستگی منفی و معنی‌دار این شاخص با مقایسه پایداری ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی ملاحظه می‌گردد که از نظر آماره‌هایی همچون ارزش پایداری امی، روش رگرسیون پایداری شوکلا و ریگ، ژنوتیپ‌های کیمبرلی و کریستینا همواره به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی شده‌اند در حالی عملکرد روغن (r=۰/۹۵)، این شاخص می‌تواند به صورت موثری در شناسایی ژنوتیپ‌های پرعملکرد و پایدار کلزا استفاده شود. مفید بودن این شاخص در شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار کلزا قبلا نیز گزارش شده است (۲۷). از نظر روش رگرسیون، کیمبرلی و کریستینا دارای ضریب رگرسیون نزدیک به یک و دارای کمترین میزان انحراف از رگرسیون بودند و بنابراین دارای بیشترین سازگاری عمومی بودند اما در این میان عملکرد روغن کیمبرلی کمتر از میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. از نظر روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری، زرفام، هایولا۳۰۸ و شیرالی به ترتیب دارای بیشترین میزان پایداری بودند. ملاحظه می‌گردد که در این روش دو ژنوتیپ زرفام و هایولا۳۰۸ که دارای بیشترین عملکرد دانه بودند در زمره ژنوتیپ‌های پایدار قرار گرفته‌اند (جدول ۵). ژنوتیپ‌های گولیات، وی.دی.اچ و الکت از نظر روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری داری کمترین پایداری عملکرد روغن بودند. همبستگی مثبت و معنی‌دار آمارهٔ مربوط به گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری با عملکرد روغن (r=۰/۹۴) نشان داد که این استفاده از این آماره می‌تواند به عنوان یک روش مطمئن برای شناسایی ژنوتیپ‌های پرعملکرد و پایدار استفاده شود. مقدم (۱۴) نیز روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری را با سایر آماره‌های پایداری در گیاه ذرت مورد مقایسه قرار داده و نتیجه گرفت که با استفاده از روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد دانه و پایداری به دلیل تاکید بیشتر بر جزء پایداری می‌توان با اطمینان بیشتری فرایند گزینش را انجام داد. در مطالعه احمدی و همکاران (۱) نیز استفاده از روش گزینش هم-زمان پایداری و عملکرد منجر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی گردید که هم زمان از پایداری و عملکرد بالایی برخوردار بودند. عملکرد روغن کیمبرلی کمتر از میانگین و عملکرد روغن کریستینا تقریبا معادل میانگین ژنوتیپ‌های مورد بررسی می‌باشد. اما از نظر پارامترهایی همچون شاخص برتری و گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری، ژنوتیپ‌های زرفام، هایولا ۳۰۸ و شیرالی به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی شده‌اند که از عملکرد روغن بالایی هم برخوردار هستند. ضرایب همبستگی بین پارامترهای پایداری نشان داد که تنها آماره‌های پایداری گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری و شاخص برتری دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد روغن بودند و سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده با عملکرد روغن همبستگی معنی‌داری نشان ندادند. بنابراین به نظر می‌رسد که در مطالعه حاضر علاوه بر روش امی، استفاده از این دو آماره نیز می‌تواند در گزینش ژنوتیپ‌های پایدار و پرعملکرد موثر باشد.

به‌طورکلی نتایج نشان داد که در برخی موارد ژنوتیپ‌های انتخاب شده با استفاده از روش‌های مختلف تجزیه پایداری، متفاوت بودند و این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب دقیق و مطمئن ژنوتیپ‌های پرعملکرد و پایدار نیاز به استفاده از روش‌های آماری متعددی دارد که در مطالعه احمدی و همکاران (۱) نیز به این موضوع اشاره شده است.

جدول ۴- میانگین عملکرد روغن و شاخص‌های مختلف پایداری محاسبه شده برای لاین‌های کلزا

Table 4. Oil yield mean and different stability statistics for oilseed rape lines

| شماره ژنوتیپ | نام ژنوتیپ | شاخص برتری ($Pi$) | ارزش پایداری امی ($ASV$) | ضریب تغییرات محیطی ($C.V.$) | واریانس محیطی ($S^2i$) | ضریب رگرسیون ($bi$) | انحراف از رگرسیون ($S^2di$) | ضریب تشخیص ($R^2$) | اکوالانس ریک ($Wi^2$) | واریانس پایداری شوکلا ($\sigma^2i$) | عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ELECT | ۱۹۹۶۳۳ | ۶/۰ | ۱۶/۵ | ۷۱۴۶۷ | ۰/۹۱ | ۱۸۹۹۱ | ۰/۷۹ | ۷۸۶۲۲ | ۴۳۰۱۱۶ | ۱۶۲۱ |
| ۲ | KRISTINA | ۱۲۴۴۰۶ | ۲/۵ | ۱۴/۳ | ۶۵۱۹۴ | ۰/۹۶ | ۳۵۷۳ | ۰/۹۶ | ۱۴۸۵۵ | ۷۹۳۹۸ | ۱۷۸۰ |
| ۳ | SHIRALEE | ۵۲۸۸۵ | ۶/۸ | ۱۱/۶ | ۵۱۹۲۱ | ۰/۷۷ | ۱۴۴۵۱ | ۰/۷۷ | ۷۵۴۳۰ | ۴۱۲۵۶۱ | ۱۹۵۸ |
| ۴ | KIMBERALY | ۱۶۲۱۰۹ | ۳/۶ | ۱۶/۵ | ۷۷۸۶۰ | ۱/۰۴ | ۵۰۷۷ | ۰/۹۵ | ۲۰۹۵۸ | ۱۱۲۹۶۳ | ۱۶۹۵ |
| ۵ | MAGENT | ۱۰۹۷۸۰ | ۱۳/۸ | ۲۱/۲ | ۱۵۵۰۷۵ | ۱/۳۷ | ۳۴۱۹۹ | ۰/۸۲ | ۱۸۳۹۴۳ | ۱۰۰۹۳۸۰ | ۱۸۵۹ |
| ۶ | PARADE | ۱۱۶۳۳۱ | ۵/۴ | ۱۲/۲ | ۴۹۳۸۶ | ۰/۸۱ | ۶۷۷۴ | ۰/۸۹ | ۳۹۸۹۰ | ۲۱۷۰۸۷ | ۱۸۱۸ |
| ۷ | GOLITH | ۲۵۷۱۵۴ | ۵/۸ | ۱۴/۱ | ۴۷۵۴۹ | ۰/۷۴ | ۱۳۴۷۷ | ۰/۷۷ | ۷۷۳۸۳ | ۴۲۳۳۰۳ | ۱۵۴۱ |
| ۸ | DANKLED | ۱۹۳۳۹۸ | ۱۳/۷ | ۱۹/۹ | ۱۱۵۹۷۴ | ۰/۹۶ | ۶۶۱۵۹ | ۰/۵۴ | ۲۶۵۰۵۸ | ۱۴۵۵۵۱۲ | ۱۷۱۲ |
| ۹ | VDH-8003-98 | ۲۴۸۲۶۹ | ۱۳/۲ | ۲۵/۰ | ۱۵۸۵۷۵ | ۱/۴۴ | ۲۳۳۳۶ | ۰/۸۸ | ۱۵۷۷۸۶ | ۸۶۵۵۱۹ | ۱۵۹۱ |
| ۱۰ | NK-BILBAOO | ۲۱۹۱۷۴ | ۱۶/۵ | ۲۹/۲ | ۲۳۲۰۳۴ | ۱/۷۱ | ۴۱۱۸۷ | ۰/۸۶ | ۳۳۷۵۷۹ | ۱۸۵۴۳۷۹ | ۱۶۵۲ |
| ۱۱ | HYOLA 401 | ۱۱۰۵۳۱ | ۲۵/۲ | ۱۹/۹ | ۱۳۰۸۵۶ | ۰/۵۲ | ۱۴۰۷۸۲ | ۰/۱۴ | ۶۴۱۵۶۶ | ۳۵۲۶۳۱۰ | ۱۸۱۹ |
| ۱۲ | RGS 003 | ۲۰۲۶۱۳ | ۱۴/۴ | ۱۲/۹ | ۴۶۹۶۹ | ۰/۳۲ | ۵۰۱۰۷ | ۰/۱۵ | ۳۵۷۶۰۳ | ۱۹۶۴۵۱۱ | ۱۶۷۷ |
| ۱۳ | HYOLA 308 | ۴۸۶۰۹ | ۱۵/۴ | ۹/۲ | ۳۳۳۸۸ | ۰/۳۹ | ۲۸۶۸۲ | ۰/۳۱ | ۲۳۹۶۸۰ | ۱۳۱۵۹۳۲ | ۱۹۹۵ |
| ۱۴ | MHA 01/18 | ۱۱۷۴۲۵ | ۱۵/۸ | ۱۹/۱ | ۱۳۴۴۶۱ | ۱/۰۹۴ | ۶۶۶۷۳ | ۰/۶۰ | ۲۶۹۷۰۵ | ۱۴۸۱۰۷۴ | ۱۹۱۹ |
| ۱۵ | OKAPI | ۲۰۳۳۳۹ | ۱۰/۹ | ۱۹/۸ | ۱۱۳۸۸۳ | ۰/۸۵ | ۸۰۸۱۲ | ۰/۴۳ | ۳۳۰۶۱۳ | ۱۸۱۶۰۶۶ | ۱۷۰۱ |
| ۱۶ | SLM O46 | ۱۷۴۲۲۰ | ۱۴/۱ | ۱۴/۳ | ۶۱۸۲۱ | ۰/۶۰ | ۴۶۶۶۷ | ۰/۴۰ | ۲۴۰۵۲۹ | ۱۳۲۰۶۰۵ | ۱۷۴۱ |
| ۱۷ | ZARFAM | ۳۷۹۰۰ | ۱۳/۴ | ۲۰/۹ | ۱۷۹۵۸۷ | ۱/۳۶ | ۶۷۸۷۶ | ۰/۷۰ | ۳۱۵۳۹۱ | ۱۷۳۲۳۴۴ | ۲۰۲۲ |
| ۱۸ | LICORD | ۱۱۶۰۸۸ | ۷/۷ | ۱۸/۸ | ۱۱۲۰۰۲ | ۱/۲۱ | ۱۶۵۵۹ | ۰/۸۸ | ۸۰۸۰۶ | ۴۴۲۱۲۷ | ۱۷۷۷ |
| ۱۹ | ELIT | ۱۰۰۸۸۱ | ۹/۳ | ۲۱/۴ | ۱۶۵۴۰۴ | ۱/۱۶ | ۹۲۶۷۱ | ۰/۵۵ | ۳۷۹۴۳۴ | ۲۰۸۴۵۸۰ | ۱۹۰۲ |
| ۲۰ | TYALAYE | ۱۵۸۲۸۹ | ۱۴/۴ | ۲۱/۲ | ۱۴۲۸۸۹ | ۱/۲۶ | ۴۳۲۱۱ | ۰/۷۶ | ۱۹۶۵۴۷ | ۱۰۷۸۷۰۴ | ۱۷۸۴ |
| ۲۱ | SARIGOL | ۲۰۲۴۴۶ | ۱۵/۰ | ۲۶/۹ | ۱۹۰۳۴۵ | ۱/۳۸ | ۷۶۰۸۵ | ۰/۶۸ | ۳۵۳۹۰۱ | ۱۹۴۴۱۵۰ | ۱۶۲۰ |
| ۲۲ | OPERA | ۱۷۹۶۲۴ | ۱۰/۳ | ۱۹/۳ | ۱۲۲۰۱۱ | ۱/۱۳ | ۴۴۷۴۳ | ۰/۷۱ | ۱۸۴۵۳۵ | ۱۰۱۲۶۳۸ | ۱۸۰۸ |

جدول ۵- تجزیهٔ پایداری عملکرد روغن لاین‌های کلزا به روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد روغن و پایداری

Table 5. Stability analysis of oilseed rape lines using simultaneous selection for oil yield and stability

| شماره ژنوتیپ | ژنوتیپ | عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) (kg/ha) | رتبه عملکرد دانه | تصحیح رتبه | رتبه تصحیح شده | واریانس پایداری شوکلا ($\sigma^2i$) | میزان پایداری | اثر توام عملکرد و پایداری YS` |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ELECT | ۱۶۲۱ | ۴ | -۱ | ۳ | ۴۳۰۱۱۶ | -۸ | -۵ |
| ۲ | KRISTINA | ۱۷۸۰ | ۱۲ | ۰ | ۱۲ | ۷۹۳۹۸ | ۰ | ۱۲ |
| ۳ | SHIRALEE | ۱۹۵۸ | ۲۰ | ۱ | ۲۱ | ۴۱۲۵۶۱ | -۸ | ۱۳ |
| ۴ | KIMBERALY | ۱۶۹۵ | ۷ | ۰ | ۷ | ۱۱۲۹۶۳ | -۲ | ۵ |
| ۵ | MAGENT | ۱۸۵۹ | ۱۷ | ۰ | ۱۷ | ۱۰۰۹۳۸۰ | -۸ | ۹ |
| ۶ | PARADE | ۱۸۱۸ | ۱۵ | ۰ | ۱۵ | ۲۱۷۰۸۷ | -۸ | ۷ |
| ۷ | GOLIATH | ۱۵۴۱ | ۱ | -۱ | ۰ | ۴۲۳۳۰۳ | -۸ | -۸ |
| ۸ | DANKLED | ۱۷۱۲ | ۹ | ۰ | ۹ | ۱۴۵۵۵۱۲ | -۸ | ۱ |
| ۹ | VDH-8003-98 | ۱۵۹۱ | ۲ | -۱ | ۱ | ۸۶۵۵۱۹ | -۸ | -۷ |
| ۱۰ | NK-BILBAOO | ۱۶۵۲ | ۵ | ۰ | ۵ | ۱۸۵۴۳۷۹ | -۸ | -۳ |
| ۱۱ | HYOLA 401 | ۱۸۱۹ | ۱۶ | ۰ | ۱۶ | ۳۵۲۶۳۱۰ | -۸ | ۸ |
| ۱۲ | RGS 003 | ۱۶۷۷ | ۶ | ۰ | ۶ | ۱۹۶۴۵۱۱ | -۸ | -۲ |
| ۱۳ | HYOLA 308 | ۱۹۹۵ | ۲۱ | ۱ | ۲۲ | ۱۳۱۵۹۳۲ | -۸ | ۱۴ |
| ۱۴ | MHA 01/18 | ۱۹۱۹ | ۱۹ | ۱ | ۲۰ | ۱۴۸۱۰۷۴ | -۸ | ۱۲ |
| ۱۵ | OKAPI | ۱۷۰۱ | ۸ | ۰ | ۸ | ۱۸۱۶۰۶۶ | -۸ | ۰ |
| ۱۶ | SLM O46 | ۱۷۴۱ | ۱۰ | ۰ | ۱۰ | ۱۳۲۰۶۰۵ | -۸ | ۲ |
| ۱۷ | ZARFAM | ۲۰۲۲ | ۲۲ | ۱ | ۲۳ | ۱۷۳۲۳۴۵ | -۸ | ۱۵ |
| ۱۸ | LICORD | ۱۷۷۷ | ۱۱ | ۰ | ۱۱ | ۴۴۲۱۲۷ | -۸ | ۳ |
| ۱۹ | ELIT | ۱۹۰۲ | ۱۸ | ۰ | ۱۸ | ۲۰۸۴۵۸۰ | -۸ | ۱۰ |
| ۲۰ | TYALAYE | ۱۷۸۴ | ۱۳ | ۰ | ۱۳ | ۱۰۷۸۷۰۴ | -۸ | ۵ |
| ۲۱ | SARIGOL | ۱۶۲۰ | ۳ | -۱ | ۲ | ۱۹۴۴۱۵۰ | -۲ | ۰ |
| ۲۲ | OPERA | ۱۸۰۸ | ۱۴ | ۰ | ۱۴ | ۱۰۱۲۶۳۸ | -۸ | ۶ |

## منابع


1. Ahmadi, J., B. Vaezi and H. Naraki. 2012. Stability analysis of oilseed rape under dry land and comparison of selection methods of stable genotypes using stability statistics. Crop Production. Agricultural Scientific Journal, 36:13-23 (In Persian).
2. Becker, H.C. and J. Leon. 1988. Stability analysis in plant breeding. Plant breeding, 101:1-23.
3. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
4. Farshadfar, E. 2010. New issues in biometric genetic. Vol. 2. Islamic Azad University, Kermanshah, 848 pp (In Persian).
5. 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.
6. Flores, F., M.T. Moreno and J.L. Cubero. 1998. A comparison of univariate and multivariate methods to analyze environments. Field Crops Research, 56: 271-286.
7. 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.
8. Hosseini, S.Z. 2016. Evaluation of drought tolerance in canola (*Brassica napus* L.) Genotypes, using biplot analysis. Journal of Crop Breeding, 8: 192-202 (In Persian).
9. Hatamzadeh, H. 2007. Study of seed yield stability in safflower lines and cultivars in expected planting under rainfed condition of Kermanshah. Seed and Plant Improvement Journal, 23: 145-159 (In Persian).
10. Javidfar, F., M.h. Alamkhomaram, H. Amirioghan and SH. Azizi-nia. 2004. Yield stability analysis of winter canola (*Brassica napus* L.) genotypes. Seed and Plant Journal, 2:315-328 (In Persian).
11. Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. Agronomy Journal, 85: 754-757.
12. Lin, C.S. and M.R. Binns. 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar×location data. Canadian Journal of Plant Science, 68: 193-198.
13. Marjanovic-Jeromela-JEROMELA, A., R. Marinkoic, A. Mijic, M. Jankuloska, Z. Zdunic and N. Nagl. 2008. Oil yield stability of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) Genotypes. Agriculturae Conspectus Scientificus, 73: 217-220.
14. Moghadam, A. 2003. Simultaneous selection for yield and stability and it's comparison with stability different statistics. Seed and Plant Journal, 19: 1-13 (In Persian).
15. Mohammadi, M., M. Armion, E. Zadhassan and M. Eskandari. 2013. Analysis of genotype×einvironment interaction for grain yield in rainfed durum wheat, Iranian Journal of Dryland Agriculture, 1: 1-15 (In Persian).
16. Mokhtarifar, K., R. Abdolshahi and Sh. Pour Seyyedy. 2016. Yield stability analysis of eight bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in kerman province condition. Journal of Crop Breeding, 8: 96-103 (In Persian).
17. Mortrazavian, M. and SH. Azizi-nia. 2014. Nonparametric stability analysis in multi-environment trial of canola. Turkish journal of Field Crops, 19: 108-117 (In Persian).
18. Mostafavi, KH., A. Mohammadi, M. Khodarahmi and M. Zare. 2012. Yield Response of Commercial Canola Cultivars to Different Locations Using Graphical GGE biplot Method. Agronomy and plant breeding Journal, 4: 133-143 (In Persian).
19. Nowosad, K., A. Liersch, W. Popawska and J. Bocianowski. 2016. Genotype by environment interaction for seed yield in rapeseed (*Brassica napus* L.) using additive main effects and multiplicative interaction model. Euphytica, 208: 187–194.
20. Perkins, J.M. and J.L. Jinks. 1971. Specifity of the interaction of genotypes with contrasting environments. Heredity, 26: 463-474.
21. Pinthus, M.J. 1973. Estimate of genotypic value: a proposed method. Euphytica, 22: 121-123.
22. Plaisted, R.L. and L.C. Peterson. 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. American Potato Journal, 36: 381-385.
23. Pourdad, S.S. and M. Jamshid Moghadam. 2013. Study on genotype×environment interaction through GGE biplot for seed yield in spring rapeseed (*Brassica napus* L.) in rain-fed condition. Journal of Crop Breeding, 5: 1-14.
24. Purchase, J.L. 1997. Parametric analysis to describe G×E interaction and yield stability in winter wheat. PhD thesis. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of the Orange Free State. 83 pp.
25. Roemer, T. 1917. Sin die Ertragsreichen Sorten Ertragssicherer. Mitt. DLG, 32: 87-89.
26. Shahmohammadi, M., H. Dehghan and A. yousefi. 2005. Stability analysis of Barely genotypes in regional trial in cold zone. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 9: 143-155 (In Persian).
27. Sharifi, S., A. Rezaizad and L. Shoshtari. 2016. Study on grain yield stability of new oilseed rape lines under late season drought stress conditions. Iranian Journal of Crop Science, 17: 288-300 (In Persian).
28. Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237–245
29. Sidlauskas, G. and S. Bernotas. 2003. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agronomy Research, 1: 229-243.
30. Sunchez Martin, J., D. Rubials, F. Flores, A.A. Emeran, M.J.Y. Shtaya, J.C. Sillero, M.B. Allagui and E. Parts. 2014. Adaptation of oat (*Avena Sativa*) cultivars to autumn sowing in Mediterranean environments. Field Crrop Research, 156: 111-122.
31. Tahira, A.R. and A. Muhammad. 2013. Stability Analysis of Rapeseed Genotypes Targeted Across Irrigated Conditions of Pakistan. International Journal of Agriculture Innovations and Research, 2: 208-212.
32. Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur refassung der okologischen streubretite in feldversuchen, Flazenzuecht, 47: 92–96.
33. Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science, 42: 11-20.
34. Yang, R., J. Crossa, P. Cornelius and J. Bugueno. 2009. Biplot analysis of genotype×environment interaction: Proceed with caution. Crop Science, 49: 1564-1576.

# Stability Analysis of Oil Yield in Different Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) Genotypes in Two normal and Delayed Sowing Date in Kermanshah Province

**Abbas Rezaizad[1], Asadollah Zaree Siahbidi[2] and Fakhredin Moradgholi[3]**

1- Associate Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Kermanshah, Iran
(Corresponding author: arezaizad@Yahoo.com)
2- Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education center, AREEO, Kermanshah, Iran
3- Gradated M.Sc. Student, Department of Biotechnology and Plant breeding, College of Agriculture, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran
Receive: December 16, 2016 Accepted: March 4, 2017

## Abstract

In order to evaluate oil yield stability in oilseed rape genotypes and genotype×environment interaction, 22 oilseed rape genotypes were evaluated using RCBD design with 4 replications in Agricultural Research Station of Islam Abad-e-Gharb during 3 cropping seasons in normal and delayed sowing date conditions. Combined variance analysis showed that genotype, environment and genotype×environment interaction were statistically significant. Proportion of environment effect followed by genotype×environment interaction was so greater than genotype effect. Based on biplot of two first genotype×environment interaction components, that explains proportion of oilseed rape genotypes in genotype×environment, genotypes Parade, Kristinia, Goliath, Shiralee, Kimberly and Elect were located next to center of biplot so that had the least proportion for the Genotype×Environment effect and were stable from the viewpoint of oil production. AMMI stability values (ASV) of genotypes confirmed the above mentioned results. Hyola401 and Zarfam were located away from the center of biplot so that were unstable genotypes for oil production. Biplot display indicated that environments E1, E3 and E4 had the most scores for genotype×environment interaction whereas E2 had the least proportion in genotype×environment interaction effect. Dissimilarity in ranking of selected genotypes from the viewpoint of oil yield based on other stability parameters suggests that it would be better using of numerous stability parameters to reliable and accurate selection of stable genotypes.

**Keywords:** AMMI analysis, Biplot, Genotype×Environment interaction