

## ارزیابی پایداری عملکرد لاین‌های جدید کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط تنش خشکی انتهای فصل

### Evaluation of grain yield stability of new rapeseed (*Brassica napus* L.) lines under terminal drought stress conditions

شکوفه شریفی<sup>۱</sup>، عباس رضایی زاد<sup>۲</sup> و لیا شوشتری<sup>۳</sup>

#### چکیده

شریفی، ش.، ع. رضایی زاده و ل. شوشتری. ۱۳۹۴. ارزیابی پایداری عملکرد لاین‌های جدید کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط تنش خشکی انتهای فصل. مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۴): ۲۸۸-۳۰۰.

به منظور شناسایی لاین‌های پرمحصول سازگار و با عملکرد دانه پایدار در شرایط تنش خشکی انتهای فصل، آزمایشی با ۱۷ لاین جدید کلزا همراه با ارقام احمدی و اپرا (Opera) با استفاده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سه شرایط: آبیاری کامل (بدون تنش)، تنش خشکی با قطع آبیاری از مرحله گلدهی و تنش خشکی با قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۹۳) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب به اجرا گذاشته شد. با معنی‌دار شدن اثر متقابل سال در ژنوتیپ در تنش، از آماره‌های مختلف پایداری برای گزینش لاین‌های پرمحصول و پایدار استفاده شد. نتایج نشان داد که لاین‌های گزینش شده بر اساس روش‌های مختلف ارزیابی پایداری، متفاوت بودند، با این حال در اکثر روش‌های مورد استفاده، لاین L183 برتر از سایر لاین‌ها بود. این لاین با ۴۱۹۲ کیلوگرم در هکتار، از عملکرد دانه مناسبی برخوردار بود. از نظر شاخص برتری و روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری، پس از لاین L183، لاین‌های KS7 و KR4 به ترتیب با عملکرد دانه ۴۳۶۷ و ۴۳۴۶ کیلوگرم در هکتار نیز به عنوان لاین‌های پرمحصول و پایدار شناسایی شدند. رقم احمدی با میانگین عملکرد ۳۶۰۰ کیلوگرم در هکتار از واریانس و ضریب تغییرات محیطی پائینی در تیمارهای آبیاری برخوردار بود و به نظر می‌رسد که این رقم برای کاشت در شرایط تنش خشکی انتهای فصل در منطقه اجرای آزمایش مناسب باشد.

واژه‌های کلیدی: آماره‌های پایداری، تنش خشکی، روش‌های پارامتری و کلزا.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۶ این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

۲- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)

(پست الکترونیک: arezaizad@yahoo.com)

۳- استادیار گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

## مقدمه

ارقام زراعی موفق باید علاوه بر برتری عملکرد و سایر صفات مهم زراعی، در دامنه‌ای از شرایط محیطی نیز پایدار باشند. به‌نژاد گران گیاهی عموماً بر اهمیت پایداری عملکرد ارقام زراعی تاکید دارند. علت اصلی تفاوت ارقام در پایداری عملکرد به اثرات متقابل ژنوتیپ در محیط مربوط است (Heyward *et al.*, 1993). ارزیابی میزان سازگاری و پایداری ارقام در شرایط مختلف محیطی در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در اصلاح نباتات سازگاری به دو مفهوم عمومی و خصوصی به کار می‌رود. در سازگاری عمومی هدف به دست آوردن ارقامی است که تقریباً در تمام محیط‌ها دارای میانگین عملکرد بالایی باشند، ولی در سازگاری خصوصی هدف تولید ارقامی است که در محیط‌های خاص دارای عملکرد بالایی باشند (Paolo, 2002). بیکر (Becker, 1981) مفهوم کاربردی پایداری را به دو دسته بیولوژیکی و زراعی تقسیم نمود. بر اساس مفهوم بیولوژیکی ژنوتیپی پایدار محسوب می‌شود که حداقل تغییرات را در محیط‌های مختلف داشته باشد و به عبارت دیگر بین محیط‌ها واریانس نداشته باشد. منظور از جنبه زراعی پایداری آن است که ژنوتیپ حداقل اثر متقابل را با محیط داشته باشد. دو مفهوم سازگاری و پایداری عملکرد چنان به یکدیگر نزدیک هستند که برخی اوقات توسط محققین به یک معنا در نظر گرفته می‌شوند، اما باید توجه داشت سازگاری عمومی به مفهوم عدم تغییرپذیری در مکان‌های مختلف و پایداری به مفهوم عدم تغییرپذیری در طول زمان می‌باشد (Lin and Binns, 1988).

برای انتخاب ارقام با پایداری عملکرد دانه از روش‌های متفاوتی استفاده می‌شود. برنسل و مک وتی (Brandle and McVetty, 1987) اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را برای عملکرد دانه پنج رقم کلزا به مدت دو سال و در نه مکان با استفاده از

روش‌های شوکلا (Shukla, 1972) و فینلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963) مورد مطالعه قرار دادند. اثر ژنوتیپ در سال و ژنوتیپ در سال در مکان معنی‌دار بود، اما اثر متقابل ژنوتیپ در مکان معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که ارقام Westar و Altex به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را در تبیین اثر متقابل ژنوتیپ در محیط داشتند. جاویدفر و همکاران (Javidfar *et al.*, 2004) نیز پایداری عملکرد دانه برخی ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا را مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمودند که ژنوتیپ‌های SLM046 و Parade بر اساس روش ابرهارت و راسل (Eberhart and Russell, 1966) از بیشترین سازگاری برخوردار بودند. احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2012) در بررسی پایداری ۱۹ لاین و رقم کلزا با استفاده از آماره‌های پارامتری و غیر پارامتری ارقام و لاین‌های Option 500، PP-308-8، PP-4010-15E، PP-401-16 و Shiralee را به عنوان ارقام و لاین‌های پرمحصول و پایدار با میزان روغن بالا معرفی کردند. مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2012) واکنش عملکرد ارقام تجاری کلزا را به محیط‌های 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 رقم Modena از پایداری عملکرد بیشتری برخوردار بود. در آزمایش آنان رقم Opera کمترین عملکرد دانه را داشت. پورداد و جمشید مقدم (Pourdad and Jamshid Moghadam, 2013) از روش GGE بای پلات برای بررسی عملکرد دانه نه ژنوتیپ کلزا در چهار منطقه و طی دو سال استفاده کردند. در این آزمایش بررسی هم‌زمان پایداری و عملکرد ژنوتیپ‌ها با استفاده از بای پلات 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، لاین‌های پرمحصول کلزا که در شرایط تنش خشکی انتهای فصل نیز از پایداری نسبی عملکرد دانه برخوردار باشند، شناسایی شوند.

### مواد و روش‌ها

۱۷ لاین امیدبخش کلزا به همراه دو رقم احمدی و Opera در سه شرایط؛ آبیاری کامل (بدون تنش)، تنش خشکی با قطع آبیاری از مرحله گلدهی و تنش خشکی با قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به صورت سه آزمایش جداگانه طی دو سال زراعی (۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۹۳) (در مجموع شش آزمایش) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب مورد ارزیابی قرار گرفتند. ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام آباد غرب در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۸ دقیقه شرقی و ۴۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۳۴۶ متر از سطح دریا با متوسط بارندگی سالانه ۵۳۸ میلی‌متر، متوسط دمای سالانه ۱۳+ درجه سلسیوس واقع شده و دارای اقلیم مدیترانه‌ای نیمه خشک و فاقد بارندگی تابستانه بوده و اکثر نزولات آسمانی در فصول پائیز، زمستان و بهار حادث می‌شوند.

عملیات تهیه زمین مورد آزمایش در شهریور ماه انجام و بر اساس نتایج آزمون خاک، نیاز کودی گیاه تامین گردید. تمام کود پتاس و کود فسفر و یک سوم از کود نیتروژن توصیه شده در زمان کاشت در هنگام تهیه زمین به خاک داده شد و دو سوم دیگر کود نیتروژن در مرحله شروع ساقه رفتن مصرف شد. به منظور کنترل علف‌های هرز، سم علف‌کش ترفلان قبل از کشت به طور یکنواخت روی خاک پخش و با دیسک سبک با خاک مخلوط شد. بذر کاری به صورت کاشت در ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متری و با استفاده از بذرکار آزمایشی وینترشتایگر انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول پنج

پایداری عملکرد نسبی گزینش شدند. مرتضویان و عزیزینیا (Mortazavian and Azizi-Nia, 2014) 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 آزمایش رقم Geronimo به عنوان پایدارترین رقم شناخته شد. در آزمایش جعفری و همکاران (Jafari et al., 2014) نیز لاین‌های L183، HW101، SW101، Karaj1، Karaj2 و SW103 با استفاده از روش ابرهارت و راسل به عنوان لاین‌های پایدار کلزا معرفی شدند.

خشک‌سالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت مواجه ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد (Mozafari et al., 1996). در زمینه تنش‌های خشکی آزمایش‌های زیادی در دنیا انجام شده است، لیکن در اکثر موارد اثر متقابل شدید محیط و ژنوتیپ باعث می‌شود که نتایج حاصله اعتبار کافی نداشته باشند. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط که عمدتاً ناشی از شرایط سخت محیطی است، انتخاب ارقام متحمل به خشکی را مشکل می‌نماید (Mozafari, 1996; Jenks and Hasegawa, 2005).

کشاورزان کلزاکار در استان کرمانشاه برای از دست ندادن زمان کاشت ذرت و نیز اهمیت آبیاری گندم در اردیبهشت ماه، از آبیاری کلزا صرف نظر نموده و به آبیاری گندم و ذرت می‌پردازند، به طوری که قطع آبیاری کلزا در زمان گلدهی و دانه‌بندی باعث ایجاد تنش و کاهش محصول کلزا می‌شود. بنابراین، شناسایی ژنوتیپ‌های کلزایی که ضمن تولید عملکرد بالا، از پایداری عملکرد مناسبی نیز در شرایط تنش خشکی انتهای فصل برخوردار باشند، از اهمیت زیادی برخوردار است. به همین منظور در آزمایش حاضر سعی شده است که با استفاده از آماره‌های مختلف

متر و مساحتینج مترمربع بود. در زمان برداشت پس از حذف نیم متر از دو انتهای کرت، عملکرد دانه تعیین گردید. تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه لاین‌های کلزا در سه شرایط آبیاری طی دو سال، با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. آماره‌های پایداری شامل واریانس محیطی ( $S_i^2$ ) (Roemer, 1917)، ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ ) (Francis and Kannenberg, 1978)، واریانس پایداری شوکلا ( $\sigma_i^2$ ) (Shukla, 1972)، اکووالانس ریکه ( $W_i$ ) (Wricke, 1962)، ضریب رگرسیونی فنیلی و ویلکینسون (Finlay and Wilkinson, 1963) و ابرهات و راسل ( $b_i$ ) (Eberhart and Russell, 1966)، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون ( $S^2_{d_i}$ ) (Perkins and Jinks, 1971)، ضریب تشخیص خطی ( $R^2$ ) (Pinthus, 1973)، ارزش پایداری امی (ASV) (Purchase, 1997) و شاخص برتری ( $P_i$ ) (Lin and Binns, 1988) برای اندازه‌گیری میزان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط محاسبه گردید.

جدول ۱- اسامی و شجره لاین‌های کلزا

جدول ۱- اسامی و شجره لاین‌های کلزا

Table 1. Name and pedigree of rapeseed lines

شماره No.	نام لاین Name of line	شجره Pedigree	شماره No.	نام لاین Name of line	شجره Pedigree
1	HW113	Okapi×Modena	11	SW101	Geronimo×Sunday
2	KS12	GA096×Zarfam	12	L5	Geronimo×Sunday
3	KARAJ1	Geronimo×SW0756	13	L201	Sunday×Geronimo
4	KR18	Sunday×Modena	14	HW118	Sunday×Modena
5	L73	GA096×Zarfam	15	KR4	Sunday×Modena
6	L72	Orient×Modena	16	KARAJ2	Geronimo×SW0756
7	HW101	Geronimo×Sunday	17	Ahmadi	Iranian cultivar
8	L146	Geronimo×Sunday	18	KS7	Geronimo×SW0756
9	L210	Sunday×Geronimo	19	Opera	Swedish cultivar
10	L183	GA096×Zarfam			

جدول ۲- وضعیت اقلیمی ایستگاه اسلام آباد غرب طی سال‌های زراعی ۱۳۹۱-۹۲ و ۱۳۹۲-۹۳

Table 2. Climatic conditions of Islamabad-e-Gharb Research Station during 2012-2013 and 2013-2014

فصل Season	۱۳۹۱-۱۳۹۲ 2012-2013				۱۳۹۲-۱۳۹۳ 2013-2014			
	دما Temperature (°C)			بارندگی Precipitation (mm)	دما Temperature (°C)			بارندگی Precipitation (mm)
	متوسط Averag e	حداکثر Maximu m	حداقل Minimu m		متوسط Averag e	حداکثر Maximu m	حداقل Minimu m	
پاییز Autumn	12.3	32.8	-4.6	145.9	10.9	31.6	-7.2	201.4
زمستان Winter	4.8	24.6	-17.2	132.6	3.7	21.2	-12.4	227.7
بهار Spring	15.8	37.8	-5.2	56.2	16.3	37.4	-5.2	70.9

مورد ارزیابی نشان داد که اثر محیط بر عملکرد و خصوصیات فنولوژیکی شامل تعداد روز تا شروع و

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای صفات

عنوان ژنوتیپ‌های پایدار انتخاب شدند (جدول ۴). نتایج تجزیه همبستگی بین پارامترهای پایداری نشان داد که علی‌رغم همبستگی پایین بین واریانس محیطی و عملکرد دانه، این همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $r=0.48^*$ ) بود. این موضوع نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌هایی با واریانس محیطی بیشتر، عملکرد دانه بیشتری نیز داشته‌اند، بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا با استفاده از این پارامتر مشکل به نظر می‌رسد.

بر خلاف پارامتر واریانس محیطی، همبستگی بین درصد ضریب تغییرات و عملکرد دانه معنی‌دار نبود ( $r=0.32^{ns}$ ) و می‌توان بر اساس این پارامتر نسبت به گزینش ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد نسبتاً بالا، اقدام نمود. در تجزیه پایداری ژنوتیپ‌های کلزا توسط احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2012) بر اساس شاخص ضریب تغییرات محیطی، ژنوتیپ‌های PP-104-15E، Elect و Comet دارای کمترین ضریب تغییرات بودند. جاویدفر و همکاران (Javidfar *et al.*, 2004) با استفاده از این روش ژنوتیپ‌های کلزا Parade، SLM046، Fornax و Licord را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی کردند.

بر اساس شاخص واریانس پایداری شوکلا، لاین‌های ۶ (L72)، ۹ (L210) و ۱۰ (L183) دارای کمترین مقدار و از کمترین تغییرات برخوردار بودند. با توجه به عدم وجود همبستگی معنی‌دار بین این دو پارامتر و عملکرد دانه، همانند درصد ضریب تغییرات محیطی می‌توان نسبت به گزینش ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد نسبتاً بالا اقدام کرد. با استفاده از روش ابرهات و راسل (Eberhart and Russell, 1966)، ژنوتیپ‌های با میانگین عملکرد بالا، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از خط رگرسیون پایین، به عنوان ژنوتیپ‌های سازگاری عمومی خوب توصیف می‌شوند. علی‌رغم همبستگی پایین بین ضریب رگرسیون و عملکرد دانه، این همبستگی مثبت و

پایان گلدهی و همچنین تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک لاین‌های کلزا معنی‌دار بود. عملکرد بالای لاین‌ها در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به استقرار خوب لاین‌ها و رشد مناسب قبل از وقوع سرمای زمستان، به دلیل دمای مناسب در زمستان و پاییز سال ۱۳۹۱، بر می‌گردد (جدول ۳)، در حالی که وقوع سرما در پاییز ۹۲ و استمرار آن در زمستان، باعث کاهش عملکرد دانه لاین‌ها در سال دوم آزمایش گردید. نتایج نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای تعداد روز تا شروع گلدهی و تعداد روز تا پایان گلدهی معنی‌دار نبوده و به نظر می‌رسد که اثر فنولوژی با محیط (تیمار آبیاری) اختلاط نداشته است. با توجه به اینکه اثر متقابل سال در تیمار آبیاری در ژنوتیپ نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و این موضوع نشان می‌دهد که عکس‌العمل لاین‌های کلزا در سه تیمار آبیاری از سالی به سال دیگر متفاوت بوده است (داده‌ها ارائه نشده است)، بنابراین ترکیبات مختلف سال و تیمار آبی به عنوان شش محیط در نظر گرفته شده و تجزیه پایداری ارقام بر مبنای شش محیط انجام گرفت.

نتایج نشان داد که لاین‌های KR4، KS7، L183 و Opera به ترتیب با ۴۳۶۷، ۴۳۴۶، ۴۱۹۲ و ۴۰۴۹ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین میانگین عملکرد دانه در شش محیط بودند (جدول ۳)، اما توصیه یک رقم بایستی با احتیاط انجام گیرد و رقمی انتخاب شود که علاوه بر دارا بودن عملکرد بالا، نوسانات کمتری از سالی به سال دیگر و همچنین در شرایط تنش خشکی انتهای فصل داشته باشد، بدین منظور پایداری عملکرد دانه لاین‌های مورد بررسی با استفاده از برخی پارامترهای رایج پایداری محاسبه گردید (جدول ۴).

از نظر ضریب تغییرات محیطی و واریانس محیطی، لاین‌های ۱۰ (L183) و ۲ (KS12) ضمن اینکه دارای ضریب تغییرات محیطی کمتری بودند، از میانگین عملکرد نسبتاً بالایی برخوردار بودند و به

ارقام پرمحصول مفیدتر از سایر روش‌ها بوده است. در آزمایش حاضر لاین‌های ۸ (L146) و ۹ (L210) به ترتیب دارای بیشترین ضریب تشخیص بودند و لاین L146 با عملکرد دانه ۴۰۰۲ کیلوگرم در هکتار، از میانگین عملکرد بالایی برخوردار بود، اما عملکرد دانه لاین L210 با ۳۵۷۶ کیلوگرم در هکتار، کمتر از میانگین عملکرد کل بود.

از نظر شاخص برتری، سه لاین ۱۰ (L183)، ۱۵ (KR4) و ۱۸ (KS7) از بیشترین پایداری عملکرد دانه برخوردار بودند. با توجه به همبستگی منفی بالا بین شاخص برتری به عنوان یک شاخص مبتنی بر واریانس با عملکرد دانه ( $r = -0.94^*$ )، به نظر می‌رسد که این شاخص می‌تواند در شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول و پایدار مفید باشد.

تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ در محیط با استفاده از مدل AMMI نشان داد که سه مولفه اصلی اول معنی‌دار شده و به ترتیب ۵۱/۴، ۲۳/۲ و ۱۴/۵ درصد از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را توجیه کردند و مولفه اصلی باقی مانده حدود ۱۰/۸ درصد از تغییرات اثر متقابل را توجیه کرد. در مدل AMMI برای تجزیه پایداری از شاخص پایداری ASV استفاده گردید. از نظر شاخص پایداری امی (ASV) که نشان دهنده میزان مشارکت لاین‌ها در مولفه اول و دوم اثر متقابل ژنوتیپ در محیط می‌باشد، لاین‌های ۹ (L210)، ۱۳ (L201) و ۱۶ (Karaj2) با دارا بودن کمترین مقدار ASV از بیشترین پایداری عملکرد دانه برخوردار بودند.

بر اساس روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری (Kang, 1993) لاین‌های ۱۸ (KS7)، ۱۵ (KR4) و ۱۰ (L183) به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند (جدول ۵). نتایج تجزیه همبستگی بین پارامترهای مختلف تجزیه پایداری و عملکرد دانه نشان داد که پارامتر روش گزینش هم‌زمان و عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت معنی‌داری بودند

معنی‌دار ( $r = 0.49^*$ ) بود و این موضوع نشان می‌دهد که لاین‌های مورد بررسی در شرایط مطلوب محیطی، عملکرد دانه بیشتری داشته‌اند. بر این اساس لاین‌های ۱ (HW113) و ۱۰ (L183) به عنوان لاین‌هایی با سازگاری عمومی و عملکرد نسبتاً بالا شناسایی شدند. در تطابق با این نتایج در آزمایش جعفری و همکاران (Jafari et al., 2014) نیز لاین L183 با استفاده از روش ابره‌ارت و راسل به عنوان پایدارترین لاین کلزا شناسایی گردید. با توجه به مثبت بودن همبستگی بین ضریب رگرسیون و عملکرد دانه، رقم Opera و لاین‌های L146 و KR4 با دارا بودن مقادیر بالای ضریب رگرسیون، دارای سازگاری خصوصی به شرایط اقلیمی مناسب و غیرتنش بوده و در چنین شرایطی دارای پتانسیل عملکرد بالاتری می‌باشند. نتایج نشان داد که رقم احمدی با دارا بودن کمترین میزان ضریب رگرسیون و کمترین ضریب تغییرات، از سازگاری خصوصی بیشتری نسبت به سایر لاین‌ها در شرایط تنش برخوردار بود. از بین لاین‌های دارای سازگاری عمومی، لاین L183 از ضریب تشخیص نسبتاً بالایی برخوردار بود، اما به طور کلی همبستگی بین ضریب تشخیص و عملکرد دانه معنی‌دار نمی‌باشد و بنابراین نمی‌توان بر اساس این پارامتر به طور هم‌زمان نسبت به گزینش لاین‌های پایدار و پرمحصول اقدام نمود. در آزمایش احمدی و همکاران (Ahmadi et al., 2012) نیز اکثر ژنوتیپ‌های کلزا از ضریب تبیین بالایی برخوردار بودند و تفاوت پایداری آنها بر اساس این شاخص قابل تشخیص نبود. در آزمایش مشایخ و همکاران (Mashayekh et al., 2014) نیز ضریب تشخیص به تنهایی نتوانست ژنوتیپ‌های پایدار کلزا را شناسایی کند، با این حال دهقانپور و مقدم (Dehghanpour and Moghaddam, 1999) در ارزیابی هیبریدهای زودرس و خیلی زودرس ذرت گزارش نمودند که استفاده از ضریب تشخیص در گزینش

" ارزیابی پایداری عملکرد لاین‌های... "

جدول ۳- میانگین عملکرد دانه لاین‌های کلزا در تیمارهای آبیاری طی سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲

Table 3. Average seed yield of rapeseed lines in irrigation treatments during 2012 and 2013

شماره No.	نام لاین Name of line	۱۳۹۱ 2012			۱۳۹۲ 2013		
		بدون تنش Normal	قطع آبیاری از مرحله تشکیل خورجین Irrigation withhold from silique formation	قطع آبیاری از مرحله گلدهی Irrigation withhold from flowering stage	بدون تنش Normal	قطع آبیاری از مرحله تشکیل خورجین Irrigation withhold from silique formation	قطع آبیاری از مرحله گلدهی Irrigation withhold from flowering stage
1	HW113	4367	4365	4638	3693	3199	2686
2	KS12	3818	4489	4678	3899	3679	3354
3	KARAJ1	3704	4012	3905	4133	2990	2306
4	KR18	4741	4217	3081	4040	3119	2207
5	L73	4591	4898	3818	4489	3336	2276
6	L72	4275	4549	4237	3895	3045	2771
7	HW101	4283	3478	3519	4637	2568	2657
8	L146	5475	4412	4838	3694	2973	2621
9	L210	4411	3667	3832	3683	3041	2820
10	L183	5489	4119	4468	3788	3893	3397
11	SW101	4078	3775	3895	3970	3153	3382
12	L5	3809	4383	4021	3334	3211	3184
13	L201	4826	4870	4273	3542	2752	3082
14	HW118	5544	4187	4094	3274	3631	3293
15	KR4	6328	4792	4229	3130	4062	3536
16	KARAJ2	4592	3655	3594	3668	4143	3231
17	Ahmadi	3731	3804	3852	3157	3965	3112
18	KS7	5989	4445	4544	3303	4214	3707
19	Opera	6869	3830	3834	3393	3464	2901
Mean	میانگین	4785	4208	4071	3722	3391	2975

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

Table 4. Seed yield and calculated stability indices for rapeseed lines

شماره No.	نام لاین Name of line	صنکورد دانه Seed yield (kg/ha)	واریانس پایداری شو کلا shuklas stability variance ( $\sigma^2$ )	اکوالانس ریکن Wricke's ecovalence (Wi2)	ضریب تشخیص of determination Coefficient ( $R^2$ )	انحراف از رگرسیون Deviation from regression ( $\sigma^2$ )	ضریب رگرسیون of regression Coefficient ( $b_i$ )	واریانس محیطی Environmental variance ( $\sigma^2$ )	ضریب تغییرات محیطی Coefficient of environment al variance (C.V)	ارزش پایداری امی AMMI stability value (ASV)	شاخص برتری Superior index (Pi)
1	HW113	3825	3536259	635486	0.79	156575	1.07	590591	20	17	795658
2	KS12	3986	8609688	1543362	0.30	220437	0.43	252268	13	40	871413
3	KARAJ1	3508	7112935	1275522	0.53	300972	0.81	510759	20	39	1282309
4	KR18	3568	6903853	1238108	0.74	277116	1.25	862201	26	16	990386
5	L73	3901	9188088	1646865	0.69	375228	1.27	956518	25	29	755853
6	L72	3795	3179777	571694	0.78	142923	1.00	523071	19	23	833755
7	HW101	3524	11339074	2031779	0.43	497202	0.85	696523	24	31	1187948
8	L146	4002	7157258	1283454	0.94	86076	1.68	1219518	28	19	482347
9	L210	3576	862847	157086	0.93	29669	0.86	328050	16	6	970165
10	L183	4192	2371961	427138	0.84	105818	1.04	529671	17	19	297340
11	SW101	3709	4833321	867591	0.62	61817	0.45	131860	10	23	968025
12	L5	3657	5400261	969044	0.53	142849	0.56	241930	13	26	1106138
13	L201	3891	5169451	927741	0.81	196197	1.26	810439	23	6	685079
14	HW118	4004	4510580	809838	0.79	185828	1.18	718148	21	32	431978
15	KR4	4346	13598985	2436184	0.68	501328	1.46	1271268	26	54	249849
16	KARAJ2	3814	6644245	1191652	0.43	164733	0.49	229682	13	13	787324
17	Ahmadi	3604	8918754	1598669	0.23	133081	0.28	137965	10	28	1218542
18	KS7	4367	8744273	1567446	0.64	3789100	1.16	851880	21	42	237133
19	Opera	4049	24818899	4443958	0.72	703607	1.89	2027410	35	74	409026



"ارزیابی پایداری عملکرد لاین‌های..."

جدول ۵- تجزیه پایداری عملکرد دانه لاین‌های کلزا به روش گزینش هم زمان برای عملکرد و پایداری

Table 5. Stability analysis of rapeseed lines using simultaneous selection for yield and stability

شماره No.	نام لاین Name of line	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha <sup>-1</sup> )	رتبه عملکرد دانه Rank of seed yield	تصحیح رتبه Adjusting Rank	رتبه تصحیح شده Adjustment to Rank	واریانس پایداری شو کلا ( $\sigma^2_i$ )	میزان پایداری Stability rating	اثر توام عملکرد و پایداری YS
1	HW113	3825	10	0	10	3536259	-8	2
2	KS12	3986	13	0	13	8609688	-8	5
3	KARAJ1	3508	1	-1	0	7112935	-8	-8
4	KR18	3568	3	-1	2	6903853	-8	-6
5	L73	3901	12	0	12	9188088	-8	4
6	L72	3795	8	0	8	3179777	-8	0
7	HW101	3524	2	-1	1	11339074	-8	-7
8	L146	4002	14	0	14	7157258	-8	6
9	L210	3576	4	-1	3	862846.8	-4	-1
10	L183	4192	17	1	18	2371961	-8	10
11	SW101	3709	7	0	7	4833321	-8	-1
12	L5	3657	6	0	6	5400261	-8	-2
13	L201	3891	11	0	11	5169451	-8	3
14	HW118	4004	15	0	15	4510580	-8	7
15	KR4	4346	18	1	19	13598985	-8	11
16	KARAJ2	3814	9	0	9	6644245	-8	1
17	Ahmadi	3604	5	0	5	8918754	-8	-3
18	KS7	4367	19	1	20	8744273	-8	12
19	opera	4049	16	0	16	24818899	-8	8

Total mean=3859 kg.ha<sup>-1</sup>

Least significant difference (LSD<sub>0.05</sub>)=298

میانگین کل = ۳۸۵۹ کیلوگرم در هکتار

حدافل تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد = ۲۹۸

جدول ۶- مقایسه آماره‌های پایداری در گزینش لاین‌های پرمحصول و پایدار کلزا

Table 6. Comparisons of stability indices in selection of high yield stable rapeseed lines

میانگین عملکرد دانه لاین‌های انتخاب شده Mean seed yield of selected lines (kg.ha <sup>-1</sup> )	لاین‌های انتخابی Selected lines	آماره‌های پایداری Stability indices
3709	SW101, Karaj2, Ahmadi	واریانس محیطی، درصد ضریب تغییرات Environmental variance, coefficient of variation (%)
3854	L72, L210 و L183	اکوالانس ریکه و واریانس پایداری شو کلا Wricke ecovalence and Stability variance of Shukla
4009	HW113 و L183	ضریب رگرسیون + انحراف از رگرسیون Seed yield + Regression coefficient + deviation from regression
3923	L146, L210 و L183	ضریب تشخیص Coefficient of determination
4011	L183, KR4 و KS7	شاخص برتری و گزینش هم زمان عملکرد و پایداری Geometric mean + Priority Index + simultaneous selection for yield and stability
3860	L210, L201 و Karaj2	شاخص ارزش پایداری AMMI stability Value

جزئی متفاوت بود و در آزمایش پورداد و جمشید مقدم (Pourdad and Jamshid Moghadam, 2013) از روش GGE بای پلات به عنوان یک روش کارآمد برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نام برده شده است.

بر اساس اطلاعات مندرج در جدول ۶، انتخاب بر اساس واریانس فنوتیپی، ضریب تغییرات محیطی، شاخص ارزش پایداری و همچنین اکوالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا منجر به گزینش لاین‌هایی با عملکرد پایین شده است. استفاده از شاخص ضریب تشخیص منجر به گزینش لاین‌هایی شده است که از نظر عملکرد دانه در محدوده میانگین کل قرار دارند، اما استفاده از شاخص برتری و روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری از یک طرف و همچنین آماره‌های مربوط به روش ابرهات و راسل از طرف دیگر، منجر به انتخاب لاین‌های پرمحصول کلزا همراه با پایداری عملکرد دانه شده است. نتایج نشان داد که در اکثر روش‌های مورد استفاده، لاین L183 یکی از لاین‌های گزینش شده می‌باشد. این لاین دارای عملکرد ۴۱۹۲ کیلوگرم در هکتار بوده و می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی به عنوان یکی از لاین‌های پرمحصول با پایداری عملکرد دانه در نظر گرفته شود. با توجه به مفید بودن شاخص برتری و روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری در انتخاب لاین‌های پرمحصول همراه با پایداری، پس از لاین L183، لاین‌های KS7 و KR4 به ترتیب با عملکردهای ۴۳۶۷ و ۴۳۴۶ به عنوان لاین‌های پرمحصول همراه با پایداری عملکرد قابل قبول شناسایی شدند. رقم Opera و لاین L146 به ترتیب با ۴۰۴۸ و ۴۰۰۲ کیلوگرم در هکتار که از عملکرد دانه نسبتاً بالایی برخوردار بودند، از نظر هیچ کدام از آماره‌های پایداری به عنوان لاین پایدار انتخاب نشدند، اما این لاین‌ها در شرایط بدون تنش و اقلیم مناسب که رشد مناسبی در پاییز داشته باشند، از پتانسیل عملکرد بالایی

( $r=0.97^*$ ) و این موضوع نشان می‌دهد که روش گزینش هم‌زمان می‌تواند به عنوان یک روش قابل اعتماد برای انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار مورد استفاده قرار گیرد. مقدم (Moghadam, 2003) 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 آزمایش احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2012) بر اساس گزینش توام عملکرد و پایداری برای ژنوتیپ‌های کلزا به روش کانگ (Kang, 1993)، ژنوتیپ‌های PP-308-8، Option، Taparo، RGS003 و Shiralee به عنوان ارقام پرمحصول پایدار انتخاب شدند.

مقایسه آماره‌های مختلف پایداری مورد استفاده در این آزمایش (جدول ۶) نشان داد که لاین‌های گزینش شده بر اساس این پارامترها لزوماً یکسان نیستند، هر چند لاین L183 بر اساس اکثر آماره‌های پایداری، به عنوان یکی از لاین‌های برتر انتخاب شد، اما در خصوص سایر لاین‌های انتخابی تطابق زیادی بین آماره‌های پایداری وجود نداشت. در خصوص تطابق آماره‌های مختلف پایداری در گزینش لاین‌های پایدار و پرمحصول گزارشات متفاوتی وجود دارد به طوری که در آزمایش جاوید فر و همکاران (Javidfar *et al.*, 2004)، استفاده از روش‌های مختلف پایداری مانند روش ابرهات و راسل، ضریب تغییرات ژنوتیپی، واریانس پایداری شوکلا و اکوالانس ریک به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار کلزا منجر به شناسایی ژنوتیپ‌های مشابهی شد. در آزمایش احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 2012) ترتیب و نوع ژنوتیپ‌های انتخابی کلزا در روش‌های مختلف پایداری شامل روش‌های پارامتری و ناپارامتری و روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری به صورت

عملکرد پایینی در شرایط تنش داشت و به نظر می‌رسد که می‌توان از این رقم برای کاشت در شرایط تنش خشکی انتهایی فصل در منطقه اجرای آزمایش، استفاده کرد.

برخوردار هستند. رقم احمدی که به تازگی برای مناطق معتدل سرد کشور معرفی شده با میانگین عملکرد ۳۶۰۰ کیلوگرم در هکتار از واریانس و ضریب تغییرات پایینی برخوردار بود و افت

## References

## منابع مورد استفاده

- 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 Prod.* 36(2): 13-23. (In Persian with English abstract).
- Becker, 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30: 835-840.
- Brandle, J. E. and P. B. E. McVetty. 1987. Genotype×Environment interaction and stability analysis of seed yield of oilseed rape grown in Manitoba. *Can. J. Plant Sci.* 68: 381-388.
- Dehghanpour, Z. and A. Moghaddam. 1999. Simultaneous selection for yield and stability of early and very early maturity maize hybrids. *Seed Plant J.* 15:206-217. (In Persian with English abstract).
- Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 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. *Can. J. Plant Sci.* 58: 1029-1034.
- Heyward, M., D. Bosemard and L. Romagosa. 1993. *Plant Breeding*, Chapman and Hall, UK.
- Jafari, M., R. Asghari-Zakarya, B. Alizadeh, O. Sofalyan and N. Zare. 2014. Study of seed yield stability in winter rapeseed (*Brassica napus*) genotypes using Eberhart and Russell's method. *Iran J. Field Crop Sci.* 45(4): 585-592. (In Persian with English abstract).
- Javidfar, F., Mh. Alam-Khoomaram, H. Amiri-Oghan and Sh. Azizi-Nia. 2004. Yield stability analysis of winter canola (*Brassica napus* L.) genotypes. *Seed Plant J.* 2: 315-328. (In Persian with English abstract).
- Jenks M. A. and P. M. Hasegawa. 2005. *Plant a biotic stress*. Blackwell Publishing Ltd, 9600 Garsington Road, Oxford OX4 2DQ, UK
- Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: consequences for growers. *Argon. J.* 85: 754-757.
- Lin, C. S. and M. R. Binns. 1988 a. A method of analysis cultivar×location×year experiment: A new stability parameter. *Appl. Genet.* 76: 425-430.
- Lin, C. S. and M. R. Binns. 1988 b. A superiority measure of cultivar performance for cultivar×location data. *Can. J. Plant Sci.* 68: 193-198.
- Mashayekh, A., Mohamadi, A. and Sh. Garanjick. 2014. Evaluation of canola genotypes for yield stability in

- the four regions in Iran. Bull. Environ. Pharma. Life Sci. 3 (11): 123-128.
- Moghadam, A. 2003.** Simultaneous selection for yield and stability and it's comparison with stability different statistics. Seed Plant J. 19:1-13. (In Persian with English abstract).
- Mortazavian, M. and Sh. Azizi-Nia. 2014.** Nonparametric stability analysis in multi-environment trial of canola. Turk. J. Field Crops. 19 (1): 108-117.
- Mostafavi, Kh., A. Mohammadi, M. Khodarahmi and M. Zare. 2012.** Yield response of Commercial canola cultivars to different locations using graphical GGE biplot method. Agron. Plant Breed. J. 4: 133-143. (In Persian with English abstract).
- Mozafari, K., Y. Arshi and H. Zinali. 1996.** Study of drought stress effects on some morphologic and yields components of sunflower. Seed Plant J. 12(3): 24-33. (In Persian with English abstract).
- Paolo, A. 2002.** Genotype×Environment interaction. Challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations. Plant Production and Protect. Paper No.174, FAO, Rome, Italy.
- Perkins, J. M. and J. L. Jinks. 1971.** Specificity of the interaction of genotypes with contrasting environments. Heredity, 26: 463-474.
- Pinthus, M. J. 1973.** Estimate of genotypic value: a proposed method. Euphytica, 22: 121-123.
- 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. J. Crop Breed. 5(12): 1-14.
- Purchase, J. L. 1997.** Parametric analysis to describe  $G \times E$  interaction and yield stability in winter wheat. PhD thesis. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of the Orange Free State, Bloemfontein, South Africa.
- Roemer, T. 1917.** Sin die ertragsreichen sorten ertragssicherer. Mitt. DLG. 32 : 87-89.
- Shukla, G. K. 1972.** Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237-245.
- Wricke, G. 1962.** Uber eine methode zur refassung der okologischen streubretite in feldversuchen, Flazenzuecht. 47: 92-96.

## Evaluation of grain yield stability of new rapeseed (*Brassica napus* L.) lines under terminal drought stress conditions

Sharifi, Sh.<sup>1</sup>, A. Rezaeizad<sup>2</sup> and L. Shoshtari<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Sharifi, Sh., A. Rezaeizad and L. Shoshtari. 2016. Evaluation of grain yield stability of new rapeseed (*Brassica napus* L.) lines under terminal drought stress conditions. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 17(4):288 -300. (In Persian).

To identify high yielding rapeseed lines with grain yield stability under different moisture conditions, a field experiment was carried out consisting of 17 new rapeseed lines and two cultivars (Ahmadi and Opera). The genotypes were compared using randomized complete block design with three replications under three moisture conditions for two cropping seasons (2012-2013 and 2013-2014) at agricultural research station of Islamabad-e-Gharb, Kermanshah, Iran. Three irrigation regimes included; normal irrigation, no irrigation from flowering stage and no irrigation from silique stage. Considering significant year  $\times$  genotype  $\times$  irrigation regime interaction effect, some stability statistics was calculated for selection of high yielding lines with seed yield stability. Results showed that line L183 had the highest seed yield stability using different stability statistics. This line had 4129 kg.ha<sup>-1</sup> seed yield. However, considering stability statistics such as superiority parameter and simultaneous selection methods for seed yield and stability, lines KS7 and KR4 with 4367 and 4346 kg.ha<sup>-1</sup>, respectively, were also identified as high yielding lines with seed yield stability. New cultivar, Ahmadi, with 3600 kg.ha<sup>-1</sup> had the low environmental variance and coefficient of variation under different irrigation regimes, could be considered for being grown under terminal drought stress conditions.

**Keywords:** Drought stress, Parametric methods, Rapeseed and Stability statistics.

---

Received: July, 2015

Accepted: February, 2016

1- MSc Student, Islamic Azad University, Kermanshah Branch, Kermanshah, Iran

2- Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kermanshah Province, Kermanshah, Iran  
(Corresponding author) (Email: arezaizad@yahoo.com)

3- Assistant Prof. Department of Biotechnology and Plant breeding, College of Agriculture, Kermanshah Branch, Islamic Azad University, Kermanshah, Iran.