دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی سازگاری و پایداری عملکرد لاین‌های امیدبخش کلزا در مناطق مختلف مازندران

آمنه سادات هاشمی[۱]، قربانعلی نعمت‌زاده[۲]، مرتضی اولادی[۳]، عمار افخمی قادی[۴] و عمار قلی‌زاده قرا[۳]

۱- عضو هیات علمی، دانشگاه جامع علمی کاربردی، مازندران، (نویسنده مسوول: a_hashemi2004@yahoo.co)
۲- استاد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان
۳- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات- مهندسی ژنتیک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و کارشناس ارشد پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان
۴- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره) قزوین و کارشناس ارشد پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان
تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۱۷

چکیده

ارزیابی ژنوتیپ‌های امیدبخش کلزا در مناطق و سال‌های مختلف به تشخیص ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار در هر منطقه و با پتانسیل عملکرد بالا کمک خواهد کرد. به این منظور در ۳ سال زراعی (۹۴-۱۳۹۱) سه لاین نسل‌های F_6 و بالاتر حاصل از تلاقی سه رقم Foseto، Option 500 و Goliath به همراه شاهد منطقه به نام هایولا۴۰۱ در سه منطقه ساری، بهشهر و قراخیل قائمشهر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به همراه شاهد منطقه در سه منطقه آزمایشی نشان می‌دهد که در منطقه ساری لاین ۴۳ با عملکرد ۵۶۱۶، در منطقه بهشهر لاین ۴۳ با عملکرد ۳۸۷۱ و در منطقه قراخیل قائمشهر لاین ۲۹ با عملکرد ۳۵۵۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد در بین لاین‌های امیدبخش بوده و بجز لاین ۲۹ در قراخیل قائمشهر، نسبت به شاهد منطقه برتر یا برابر بودند. با توجه به نتایج عملکرد در هر سه منطقه در سه سال و نیز با توجه به تجزیه پایداری می‌توان پیشنهاد کرد که لاین ۴۳ به دلیل پایین بودن پایداری نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها و بالا بودن عملکرد بخصوص در منطقه ساری و سپس بهشهر، بتواند بهترین کارایی را در این مناطق به دست دهد در حالیکه با استفاده از همین نتایج، لاین ۲۹ با سازگاری عمومی خوب و در اولویت بعدی لاین ۲۸ با سازگاری عمومی متوسط در هر سه منطقه مناسب است.

واژه‌های کلیدی: پایداری، سازگاری، عملکرد، کلزا و لاین‌های امیدبخش

مقدمه

کلزا (*Brassica napus*) به علت دارا بودن عملکرد بالای روغن در واحد سطح جزء دانه‌های روغنی برتر در کشور می‌باشد. از طرفی به علت افزایش روز افزون جمعیت و بالا رفتن سطح زندگی و در نتیجه کمبود مواد غذایی اهمیت بهنژادی بیش از پیش احساس می‌شود. با توجه به محدویت زمین‌های قابل کشت در کشور، بهنژادی در عملکرد و اجزای آن می‌تواند مسیر مناسبی را برای افزایش محصول در واحد سطح فراهم کند. بنابراین ایجاد تنوع و سپس ارزیابی و مقایسه این تنوع اولین قدم در این مسیر می‌باشد (۲). شناخت ساختار ژنتیکی صفات مرتبط با عملکرد کلزا و قابلیت ترکیب پذیری مربوط به آن‌ها و همچنین شناسایی و تولید لاین‌هایی که عملکرد دانه و روغن آن در این محصول افزایش می‌یابد، در موفقیت تحقیق‌های به‌نژادی موثر است. از طرف دیگر به دلیل این که این محصول مقداری دگرگشنی دارد، لذا بعد از چند نسل کشت، اگر تولید بذر به‌صورت ایزوله صورت نگیرد، خلوص و یکنواختی ژنتیکی و در نتیجه کمیت و کیفیت محصول کاهش می‌یابد. بنابراین بهنژادی و تولید ارقام جدید ضرورت می‌یابد. بعلاوه در بخشی از برنامه‌های بهنژادی معرفی رقم، ارزیابی لاین‌های پیشرفته (نسل‌های F_6 و یا F_7)، از طریق آزمایش‌های مقدماتی عملکرد ضرورت دارد. چون ارقام زراعی عکس‌العمل‌های متفاوتی را در شرایط محیطی مختلف از خود نشان می‌دهند و بنابراین چنین استنباط می‌شود که معمولا اثرهای متقابلی بین ژنوتیپ و محیط وجود دارد. به همین دلیل برای کنترل این اثرهای محیطی، آزمایش‌های سازگاری عملکرد ژنوتیپ‌ها باید در طی چندین سال و در مکان‌های مختلف انجام شود (۸). امیری اوغان و همکاران (۳) به‌منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های پرمحصول و سازگار با شرایط متفاوت اقلیمی، تعداد ۲۲ ژنوتیپ بهاره کلزا به همراه ژنوتیپ شاهد (ساری‌گل) را در چهار منطقه مورد ارزیابی قرار دادند. تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه حاکی از تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ توان تولید محصول بود. نورابنجار و همکاران (۱۱) به‌منظور بررسی سازگاری و مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای امید بخش کلزای بهاره در شرایط آب و هوایی شهرستان ایران‌شهر دوازده هیبرید کلزای بهاره را مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی نشان داد که هیبریدها از نظر صفات ارتفاع بوته، عملکرد دانه، عملکرد روغن، درصد روغن، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، طول دوره رویشی، طول دوره گل‌دهی، طول دروه پس از گل‌دهی تا رسیدگی فیزیولوژیک دارای اختلاف معنی‌داری بودند. اوغان و همکاران (۱۲) با بررسی ۳۶ ژنوتیپ کلزا در چهار منطقه، ژنوتیپ‌های پایدار را براساس واریانس محیطی، ضریب تغییرات، واریانس پایداری و مدل‌های رگرسیون خطی شناسایی کردند. ژانگ و همکاران (۱۷) با آنالیز پایداری بیست ژنوتیپ کلزا در سه منطقه و سه سال، غیریکنواختی قابل توجه واریانس ژنتیکی را در عملکرد و اثر متقابل ژنتیک در محیط نشان داد. بنابراین بهنژادی و انتخاب برای سازگاری در محیط‌هایی با بارندگی کم و زیاد می‌تواند روش مناسبی باشد. رامئه و همکاران (۱۳) رقم جدید کلزای ظفر حاصل از تلاقی

ساری‌گل× 19H را از طریق انتخاب در نسل‌های در حال تفرق و سپس دو سال ارزیابی منطقه‌ای با میانگین عملکرد بالاتر از شاهد منطقه معرفی کردند که مناسب مناطق میانبند و کوهستانی بوده و متوسطرس هستند. احمدی و همکاران (۱) به‌منظور مطالعه سازگاری و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط دیم و نیمه گرمسیر کشور، تعداد ۱۹ لاین و رقم کلزا در سه سال زراعی (۸۵- ۱۳۸۳) از نظر پایداری عملکرد دانه و ارزیابی کارایی روش‌های مختلف گزینش مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. پس از آنالیز پایداری، پنج رقم و لاین به‌عنوان ارقام پرمحصول پایدار معرفی شدند. شاه و همکاران (۱۴) عملکرد لاین‌های اولیه و پیشرفته کلزا را به همراه آزمایشات سازگاری و پایداری، مورد بررسی قرار دادند و در میان آن‌ها یک لاین با برتری بیشتر با شاهد شیرالی پیدا کردند و آن را با نام DURR-E-NIFA معرفی نمودند. محمود و همکاران (۱۰) در پاکستان یک رقم جدید کلزا حاصل از تلاقی KS-75×Rainbow را با روش انتخاب شجره‌ای معرفی کردند. عملکرد این رقم در سه ایستگاه مورد ارزیابی قرار گرفت و نشان داد که از همه ارقام موجود در منطقه از لحاظ عملکرد برتر است.

با بهنژادی کلزا از لحاظ صفات مهم زراعی نظیر افزایش عملکرد، کاهش رشد رویشی، افزایش شاخص برداشت و ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی، این محصول تمام عوامل و شرایط لازم جهت تداوم توسعه سطح زیر کشت و عملکرد در بسیاری از مناطق ایران را خواهد داشت. در این تحقیق به منظور بررسی و تعیین دامنه گسترش و سازگاری سه لاین امید بخش کلزا، آزمایشات عملکردی ناحیه‌ای و سازگاری مناطق این سه لاین به همراه شاهد منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، سه ژنوتیپ امیدبخش نسل F_6 کلزا (جدول ۱) حاصل از تلاقی سه رقم فوستو[1]، آپشن[2]۵۰۰ و گولیاث[3] به همراه شاهد منطقه به نام هایولا۴۰۱ مورد آزمایش قرار گرفتند. مواد آزمایشی در سال اول (سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱) در دو منطقه بهشهر (طول و عرض جغرافیایی: ۳۶/۴۵ و ۵۳/۳۵) و قراخیل قائمشهر (طول و عرض جغرافیایی: ۳۶/۴۷ و ۵۲/۷۷) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. فاصله بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها در ردیف ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کلیه عملیات زراعی به صورت یکسان برای هر منطقه طبق اصول زراعت انجام شد. در فصل برداشت عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) محاسبه شد و پس از برداشت بذرهای F_7 برای کشت در سال آینده ذخیره گردید. در سال دوم (سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲) سه لاین نسل F_7 به همراه شاهد در دو منطقه بهشهر و ساری (دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی) (طول و عرض جغرافیایی: ۳۶/۶۶ و ۵۳/۰۶)ز مانند سال گذشته کشت و برداشت شد. در سال سوم (سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳) بذرهای F_8 سه لاین انتخاب شده نسل F_7 به همراه یک شاهد منطقه به نام هایولا۴۰۱ در دو منطقه بهشهر و ساری (دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی) مانند سال گذشته کشت و برداشت شد. در این دو سال نیز عملکرد (کیلوگرم در هکتار) ثبت گردید. ویژگی‌های اقلیمی مناطق کشت شده در جدول ۲ آمده است. تجزیه واریانس مرکب پس از تجزیه واریانس ساده برای هر محیط و آزمون بارتلت برای یکنواختی واریانس‌های خطا، صورت گرفت. برای تجزیه پایداری نیز از مدل رگرسیون ابرهارت و راسل (۴) با ارزیابی رابطه خطی عملکرد دانه با فرمول $Y_{ij}=m_i+\beta_i I_j+S_{ij}$ انجام شد که در این فرمول، Y_{ij}= میانگین ژنوتیپ i در محیط j، m_i= میانگین ژنوتیپ i در همه محیط‌ها، β_i= ضریب رگرسیون ژنوتیپ i بر روی شاخص محیطی که عکس العمل ژنوتیپ را در محیط‌های مختلف اندازه می‌گیرد، I_j= شاخص محیطی یا میانگین تمام ژنوتیپ‌ها در محیط j به صورت انحراف از میانگین کل و S_{ij} = انحراف از رگرسیون ژنوتیپ i در محیط j می‌باشند. ضریب رگرسیون مطابق این مدل، از فرمول $b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$ و تفاوت معنی‌داری آن با آزمون t محاسبه شد. همچنین پایداری ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه با روش‌های ضریب تنوع ژنوتیپی (CV)، واریانس محیطی (S_i^2)، اکووالانس ریک (W_i^2) (۱۶)، واریانس پایداری شوکلا (δ_i^2) (۱۵) و ضریب تبیین رگرسیون خطی (R_i^2) محاسبه و بررسی شد.

محاسبات آماری صفات شامل تجزیه واریانس ساده، تجزیه واریانس مرکب، مقایسه میانگین ارقام و تجزیه پایداری ارقام، با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SPSS، EXCEL و MSTATC انجام گرفت.

جدول ۱- شجره ژنوتیپ‌های امیدبخش مورد مطالعه

Table 1. Pedigree of evaluated promising genotypes

شماره ژنوتیپ	شجره
۲۸	فوستو × آپشن۵۰۰
۲۹	فوستو × گولیاث
۴۳	فوستو × آپشن۵۰۰

1- Foseto 2- Option 500 3- Goliath

جدول ۲- اطلاعات مربوط به پارامترهای هواشناسی فصل کشت در ایستگاه‌های محل اجرای آزمایش در سال‌های زراعی ۹۴-۱۳۹۱
Table 2. Information of season cropping meteorological parameters at different experimental stations during

پارامترهای هواشناسی	منطقه یک*			منطقه دو**			منطقه سه***		
	۹۲-۱۳۹۱	۹۳-۱۳۹۲	۹۴-۱۳۹۳	۹۲-۱۳۹۱	۹۳-۱۳۹۲	۹۴-۱۳۹۳	۹۲-۱۳۹۱	۹۳-۱۳۹۲	۹۴-۱۳۹۳
میزان بارندگی (میلی‌متر)	۶۴۰/۵	۵۹۰/۹	۴۱۸/۱	۶۸۷/۴	۶۴۱/۷	۴۵۶/۱	۶۲۰/۴	۶۸۰/۳	۳۸۳/۵
حداکثر دمای مطلق (درجه سانتی‌گراد)	۲۸/۴	۲۸/۱	۲۷/۶	۲۹/۸	۲۸/۵	۲۹/۱	۲۹/۳	۲۹/۱	۲۸/۴
حداقل دمای مطلق (درجه سانتی‌گراد)	۶/۰	۴/۱	۳/۸	۴/۳	۳/۵	۳/۲	۴/۳	۴/۵	۳/۸
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	۱۵/۷	۱۴/۸	۱۳/۲	۱۵/۱	۱۴/۷	۱۴/۲	۱۵/۳	۱۴/۶	۱۳/۹

* قراخیل قائمشهر؛ ** بهشهر؛ *** ساری

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب

نتایج کای اسکوار برای آزمون بارتلت جهت کنترل یکنواختی خطاهای آزمایش بین آزمایشات ساده سه محیط معنی‌دار نشد که نشان‌دهنده یکنواختی واریانس خطا در آزمایشات مختلف بود. درنتیجه امکان انجام تجزیه واریانس مرکب وجود داشت. تجزیه واریانس مرکب در سه منطقه و سه سال برای چهار ژنوتیپ هایولا۴۰۱، ۲۸، ۲۹ و ۴۳ انجام شد. تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳) با فرض ثابت بودن ژنوتیپ‌ها و تصادفی بودن سال و منطقه، نشان داد که اثر ژنوتیپ، سال و منطقه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارند. همچنین اثر ژنوتیپ در سال و ژنوتیپ در منطقه نیز تفاوت معنی‌داری ندارند. این نشان می‌دهد که روند پاسخ ژنوتیپ‌ها از سالی به سال دیگر و از مکانی به مکان دیگر تغییر نمی‌کند که حاکی از پایداری و سازگاری عمومی ژنوتیپ‌هاست. معنی‌دار نبودن اثر متقابل ژنوتیپ در منطقه در سال نیز این نتیجه را تأیید می‌کند. نتایج مشابهی نیز توسط محققان دیگر در بررسی پایداری عملکرد کلزا با معنی‌دار نبودن منطقه و سال (۶) و همچنین منطقه در سال، ژنوتیپ در سال و ژنوتیپ در منطقه (۷) بدست آمده است. معنی‌دار شدن اثر متقابل منطقه در سال بیانگر تغییرات اثر منطقه از سالی به سال دیگر است.

.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب ژنوتیپ‌های امیدبخش کلزا در ۳ منطقه و ۳ سال
Table 3. Combined analysis of yield of rapeseed promising genotypes in 3 location and 3 cropping seasons

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات عملکرد
ژنوتیپ	۳	۱۹۰۶۴۹۷/۶^{ns}
منطقه	۲	۵۸۱۲۰۶۲۶/۰^{ns}
سال	۲	۲۹۳۰۲۸۲۱/۰^{ns}
ژنوتیپ در منطقه	۶	۹۹۹۵۳۹/۶^{ns}
ژنوتیپ در سال	۶	۲۰۰۵۲۷۴/۵^{ns}
منطقه در سال	۱	۴۱۲۲۸۶۶۰/۰**
ژنوتیپ در منطقه در سال	۳	۸۴۰۳۳۰۴/۹^{ns}
اشتباه آزمایش	۴۸	۶۶۴۶۵۰/۳

**: تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ^{ns} تفاوت غیر معنی‌دار

مقایسه میانگین عملکرد

میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به همراه شاهد منطقه در سه سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۴-۱۳۹۳ در سه منطقه آزمایشی در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق با این جدول در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ مقدار عملکرد ژنوتیپ‌های هایولا۴۰۱ و ۲۹ به‌ترتیب با ۴۴۵۰ و ۳۵۵۰ کیلو گرم در هکتار بدون تفاوت معنی‌دار از نظر آماری، بیشترین مقدار را در منطقه قراخیل قائمشهر به‌خود اختصاص دادند. اما در منطقه بهشهر بیشترین عملکرد متعلق به ژنوتیپ ۲۸ با ۵۸۷۸ کیلوگرم در هکتار بود. در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی میزان عملکرد ژنوتیپ‌های ۲۸ و ۲۹ به ترتیب با ۷۲۶۶ و ۶۵۶۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار را در منطقه ساری به‌خود اختصاص دادند درحالی که مقدار عملکرد در شاهد منطقه، هایولا۴۰۱، ۶۶۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که تفاوت معنی‌داری بین این ژنوتیپ‌ها با هایولا۴۰۱ از نظر آماری وجود نداشت. در منطقه بهشهر بیشترین عملکرد متعلق به ژنوتیپ‌های ۲۹ با ۲۳۶۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که نسبت به عملکرد شاهد هایولا۴۰۱ با ۲۲۲۲ کیلوگرم در هکتار، برتری داشتند. در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ مقدار عملکرد ژنوتیپ‌های هایولا۴۰۱ و ۴۳ با ۵۲۲۶ و ۴۹۳۱ کیلو گرم در هکتار بیشترین مقدار را در منطقه ساری بخود اختصاص دادند و نسبت به‌هم نیز تفاوت معنی‌داری نداشتند. در منطقه بهشهر نیز بیشترین عملکرد متعلق به ژنوتیپ‌های ۴۳ و هایولا۴۰۱ و با به ترتیب ۴۰۶۹ و ۳۵۵۹ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که باز هم تفاوت معنی‌داری ندارند. جدول ۵ میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به همراه شاهد را در سه سال زراعی نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های هایولا۴۰۱ و ۴۳ بیشترین ثبات را در هر سه سال زراعی دارا بودند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفت عملکرد (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های امیدبخش کلزا در سه منطقه و سه سال زراعی
Table 4. Mean comparison of yield of rapeseed promising genotypes in 3 location and 3 cropping seasons

ژنوتیپ	سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱		سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲		سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳	
	منطقه یک*	منطقه دو**	منطقه سه***	منطقه دو**	منطقه سه***	منطقه دو**
هایولا۴۰۱	۴۴۵۰^{a}	۴۹۵۰^{b}	۶۶۰۰^{ab}	۲۲۲۲^{ab}	۵۲۲۶^{a}	۳۵۵۹^{a}
۲۸	۲۸۵۰^{ab}	۵۸۷۸^{ab}	۷۲۶۶^{a}	۱۵۳۳^{ab}	۳۰۹۸^{b}	۲۵۵۸^{b}
۲۹	۳۵۵۰^{ab}	۵۰۰۰^{b}	۶۵۶۶^{ab}	۲۳۶۹^{a}	۳۷۵۰^{b}	۲۸۷۵^{b}
۴۳	۲۹۰۰^{ab}	۵۵۰۰^{ab}	۶۳۰۰^{ab}	۲۰۴۴^{ab}	۴۹۳۱^{a}	۴۰۶۹^{a}

* ایستگاه قراخیل قائمشهر؛ ** بهشهر؛ *** ساری؛ میانگین‌های هر ستون که دارای حروف متفاوت هستند براساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

آنالیزهای پایداری

برای آنالیز پایداری از روش ابرهارت و راسل (۴) استفاده شد. در این روش ارقامی پایدار هستند که ضریب رگرسیون بدست آمده از آن‌ها برابر با یک یا نزدیک به آن باشد. همچنین انحراف از رگرسیون آن، تفاوت معنی‌داری با یک داشته باشد. مطابق با جدول ۶، هر ۴ ژنوتیپ مورد مطالعه ضریب رگرسیون نزدیک به یک داشتند که تفاوت معنی داری با فرض ضریب رگرسیون برابر با یک، نشان ندادند. همچنین انحراف از رگرسیون نزدیک به صفر بود که با فرض انحراف از رگرسیون برابر با یک، تفاوت معنی‌دار داشتند این نشان می‌دهد که همه ژنوتیپ‌ها جزء ژنوتیپ‌هایی با سازگاری عمومی و پایداری متوسط هستند که ژنوتیپ‌های هایولا۴۰۱ و ۴۳ به ترتیب با داشتن عملکرد بالا در گروه سازگاری عمومی خوب و ژنوتیپ ۲۹ و ۲۸ با داشتن عملکرد متوسط در گروه سازگاری عمومی متوسط قرار می‌گیرند. ذکر این نکته حائز اهمیت است که مطابق با جدول تجزیه مرکب (جدول ۳) بین ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود ندارد. با توجه به نتایج ضریب تبیین (جدول ۶)، بیشترین ضریب تبیین مربوط به ژنوتیپ ۲۸ (۰/۹۸) و کمترین آن متعلق به ژنوتیپ ۴۳ (۰/۶۸) بود. بنابراین ژنوتیپ ۲۸ نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر از بیشترین پایداری برخوردار و دارای پایداری عمومی مطلوب است.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در سه سال آزمایشی
Table 5. Mean comparison of yield of rapeseed studied genotypes in 3 cropping seasons

ژنوتیپ	سال		
	۹۲-۱۳۹۱	۹۳-۱۳۹۲	۹۴-۱۳۹۳
هایولا۴۰۱	۴۷۰۰	۴۴۱۱	۴۳۹۳
۲۸	۴۳۶۴	۴۴۰۰	۲۸۲۸
۲۹	۴۲۷۵	۴۴۶۸	۳۳۱۲
۴۳	۴۲۰۰	۴۱۷۲	۴۵۰۰

جدول ۶- پارامترهای پایداری بر اساس روش رگرسیونی ابرهارت و راسل
Table 6. Yield stability parameters based on Eberhart and Russell model

ژنوتیپ	میانگین عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	ضریب رگرسیونی[۱] (b_i)	مجذور انحراف از خط رگرسیونی (S_{di}^2)	ضریب تبیین خطی (R^2)
هایولا۴۰۱	۴۶۴۶/۸	۰/۹۴^{ns}	۰/۱۸**	۰/۸۳
۲۸	۳۷۸۵/۱	۱/۰۶^{ns}	۰/۰۲**	۰/۹۸
۲۹	۴۰۴۱/۱	۰/۸۴^{ns}	۰/۰۱**	۰/۷۴
۴۳	۴۱۲۹/۰	۱/۱۴^{ns}	۰/۱۴**	۰/۶۸

۱- نتیجه آزمون t برای فرض $H_0:b_1=1$ در سطح احتمال ۵ درصد

از آنجایی‌که در این آزمایش درصد مجموع مربعات اثرمتقابل ژنوتیپ در منطقه کمتر از ۵۰ درصد مجموع مربعات کل می‌باشد، استفاده از تجزیه رگرسیون به تنهایی برای تجزیه پایداری کافی نیست (۵). علاوه براین به دلیل معنی‌دار نبودن فرض صفر $H_0:b_1=1$ برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، لازم است پارامترهای دیگر پایداری نیز محاسبه شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. سایر پارامترهای ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌ها شامل ضریب تغییرات ژنوتیپی، واریانس محیطی، اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا نیز در جدول ۷ نشان داده شده است. نتایج ضریب تغییرات ژنوتیپی که به عبارتی انحراف یک ژنوتیپ را از میانگین آن ژنوتیپ در همه مکان‌ها اندازه می‌گیرد، نشان داد که ژنوتیپ‌های ۲۹ و هایولا۴۰۱ با کمترین مقدار ضریب تغییرات و میزان عملکرد بالا، پایداری بیشتری نسبت به دو ژنوتیپ دیگر دارد. واریانس محیطی ژنوتیپ ۲۹ با کمترین مقدار از پایداری بیشتری برخوردار می‌باشد. با توجه به این که این روش‌ها دارای پایداری بیولوژیک می‌باشند، یا به مفهوم دیگر بین عملکرد و پایداری همبستگی وجود دارد و ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس ضریب تغییرات معمولا عملکرد کمتری دارند (۶)، بنابراین برای نتایج قطعی‌تر نیاز به بررسی دیگر پارامترهای پایداری نیز می‌باشد. بر اساس نتایج پایداری اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا (جدول ۷) و با توجه به این که برآورد منفی از واریانس پایداری را می‌توان برابر با صفر در نظر گرفت، ژنوتیپ‌های ۲۸ و ۲۹ به ترتیب کمترین مقدار برآورد و بیشترین پایداری را نشان می‌دهند. از آنجایی‌که این پارامترها سهم هر ژنوتیپ را در اثر متقابل ژنوتیپ در منطقه نشان می‌دهد، انتخاب بر اساس آن‌ها می‌تواند منجر به ارقام پرمحصول و پایدار گردد. محققان دیگری نیز با استفاده از این پارامترها ارقام و ژنوتیپ‌های پایدار را در کلزا معرفی کردند (۹،۷،۶،۱).

جدول ۷- پارامترهای ضریب تغییرات ژنوتیپی، واریانس محیطی، اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا در ژنوتیپ‌های امیدبخش کلزا در ۳ منطقه و سه سال

Table 7. Parameters of genotypic variation, environmental variance, Wricke's ecovalence and Shukla's stability variance parameters of rapeseed promising genotypes in 3 location and 3 cropping seasons

ژنوتیپ	ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV)	واریانس محیطی (S_i^2)	اکووالانس ریک (W_i^2)	واریانس پایداری شوکلا (δ_i^2)
هایولا۴۰۱	۲۵/۴۰	۱۳۹۳۱۲۷/۱۴	۴۸۵۸۶۰/۲۰	۳۹۷۰۱۵/۵۰
۲۸	۳۲/۵۷	۱۵۱۹۹۸۷/۹۱	۷۵۹۴۸/۹۷	-۱۲۸۹۵/۷۰
۲۹	۲۴/۰۰	۹۴۰۹۰۱/۶۶	۸۹۵۴۴/۶۴	۶۹۹/۹۶
۴۳	۳۳/۳۲	۱۸۹۳۳۲۹/۶۷	۴۱۴۷۸۲/۱۰	۳۲۵۹۳۷/۴۰

با توجه به نتایج حاصله در سه منطقه و سه سال و مقایسه آن با شاهد منطقه، به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های ۲۸، ۲۹ و ۴۳ می‌توانند از لحاظ عملکرد با رقم هایولا۴۰۱، برابری کنند، بخصوص که با توجه به هیبرید بودن رقم هایولا۴۰۱ و تهیه گران و زمان‌بر آن، وجود ارقام و ژنوتیپ‌های خالص که به همان اندازه عملکرد دارند، می‌تواند در برنامه‌های ترویجی منطقه جایگاه خوبی داشته باشد. اما به نظر می‌رسد با اختصاص این لاین‌های امیدبخش به مناطقی که عملکردهای بهتری نشان دادند، می‌توان حداکثر بهره روی را حاصل کرد. به این ترتیب با توجه به نتایج عملکرد در هر سه منطقه در سه سال و نیز با توجه به تجزیه پایداری می‌توان پیشنهاد کرد که لاین ۴۳ به دلیل پایین بودن پایداری نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها و بالا بودن عملکرد بخصوص در منطقه ساری و سپس بهشهر، بتواند بهترین کارایی را در این مناطق به دست دهد در حالیکه با استفاده از همین نتایج، لاین ۲۹ با سازگاری عمومی خوب و در اولویت بعدی لاین ۲۸ با سازگاری عمومی متوسط در هر سه منطقه مناسب هستند.

تشکر و قدردانی

از مدیریت و کلیه همکارانی که در پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری طبرستان و همچنین دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در این تحقیق همکاری نموده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

1. Ahmadi, J., B. Vaezi and H. Naraki. 2013. Analysis of canola stability in rain-fed conditions and comparison of stable genotypes selection methods using stability indices. The Plant Production, 36: 13-22 (In Persian).
2. Aliari, H., F. Shekari and F. Shekari. 2000. Oil Seeds: Agronomy and Phisiology. Amidi Publication, 182 pp (In Persian).
3. Amiri Oghan, H., M.H. Alam Khomram and F. Javidfar. 2004. Stability of seed yield in spring rapeseed (*Brassica napus*) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 6: 203-213 (In Persian).
4. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
5. Hayward, M.D., N.O. Bosemark and T. Romagosa. 1993. Plant breeding principles and prospects. Chapman and Hall. London, 550 pp.
6. Javidfar, F., M.H. Alam Khomram, H. Amiri Oghan and S. Azizinia. 2004. Yield stability analysis of winter canola (*Brassica napus* L.) genotypes. Seed and Plant Improvement Journal, 20: 315-328 (In Persian).
7. Javidfar, F., B. Alizadeh, H. Amiri Oghan and N. Sabaghnia. 2010. A Study of Genotype by Environment Interaction in Oilseed Rape Genotypes, Using GGE Biplot Method. Iranian Journal of Field Crop Science, 41: 771-779 (In Persian).
8. Ketata, H. 1988. Genotype and environment interaction. Proceedings of the Biometrical Techniques for Cereal Breeders. ICARDA, Aleppo, Syria, 16-32 pp.
9. Khoshnazar-porshokohi, R., M.R. Ahmadi and M.R. Ghanadha. 2000. A study of adaptation and yield capacity of rapeseed (*Brassica napus*) cultivars and lines. Iranian Journal of Agricultural Sciences, 31: 341-352 (In Persian).
10. Mahmood, T., E. Hasan, M. Ali and M. Hussain. 2012. Faisal canola: a new high yielding canola variety for general cultivation in Punjub. Journal of Agricultural Research, 50: 321-328 (In Persian).
11. Nourabonjar, M. 2009. Evaluation of yield and yield components of hopeful hybrids of spring canila (Brassica napus) in Iranshahr climatic condition. Journal of New Agricultural Science, 14: 47-55.
12. Oghan, H.A., N. Sabaghnia, V. Rameeh, H.R. Fanaee and E. Hezarjerib. 2016. Univariate Stability Analysis of Genotype× Environment Interaction of Oilseed Rape Seed Yield. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 64: 1625-1634.
13. Rameeh, V., S.A. Dalili, S.V. Alavi, H. Amiri Oghan, F. Shariati and E. Hezarjeribi. 2013. Zafar as New Cultivar of Spring Type of Rapeseed for Cultivation in Mid-land of Mazandaran Province and Similar Regions. Research Achivements for Field and Horticulture Crops, 3: 13-23 (In Persian).
14. Shah, S.A., R. Aamir and S.T. Shah. 2007. Development of a new high yielding canola quality rapeseed variety DURR-E-NIFA for general cultivation in NWFP. Pakistan Journal of Botany, 39:2475-2481.
15. Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. Heredity, 29: 237-242.
16. Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur erfassung der geologischen sterubretic in feld versuchen. Pflanzuecht, 47: 92-96.
17. Zhang, H., J.D. Berger and C. Herrmann. 2017. Yield stability and daptability of canola (*Brassica napus* L.) in multiple environment trials. Euphytica, 213: 155-176.

Study of Rapeseed (*Brassica napus*) Promising Genotypes Adaptation in Different Regions of Mazandaran

Amenehsadat Hashemi[1], Ghorban Ali Nematzadeh[2], Morteza Oladi[3], Ammar Afkhami Ghadi[4] and Ammar Gholizadeh Ghara[3]

1- University of Applied and Science Technology, Mazandaran (Corresponding author: a_hashemi2004@yahoo.com)
2- Professor Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Genetic and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan
3- PhD. Student Plant breeding-Genetic engineering, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources and M.Sc. Genetic and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan
4- PhD. Student Plant breeding, Imam Khomeini International University, Qazvin and M.Sc. Genetic and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan
Received: March 14, 2017 Accepted: November 8, 2017

Abstract

Evaluating the promising genotypes in different years and locations is performed to identify stable and adaptable genotypes with high yield potential. For this purpose, three genotypes of rapeseed derived from crossing of three varieties named Foseto, Option 500 and Goliath were planted with check variety (Hyola 401) in three locations (Sari, Behshar and qarakheil) using randomized complete block design with 3 replicates from 2012 to 2014 cropping season. Results indicated that the average of grain yield in of: 5616 kg.ha^{-1} for genotype 43 in Sari, 3871 kg.ha^{-1} for genotype 43 in Behshahr and 3550 kg.ha^{-1} for genotype 29 in qarakheil were recorded. The yield of these genotypes was higher or did not have significant difference than check variety (Hyola401). Generally using stability analysis and yield mean, it can be suggested that genotype 43 with the least stable and high yield in Sari and Behshar is a good candidate for these regions. In addition, genotype 29 with good general adaptation and in next priority, 28 with average general adaptation are suitable candidates for all three locations.

Keywords: Adaptation, Promising genotypes, Rapeseed, Stability, Yield