دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

گزینش همزمان عملکرد روغن و سایر خصوصیات زراعی در هیبریدهای زمستانه کلزا

پرستو سادات هاشمی[۱]، عبداله محمدی[۲]، بهرام علیزاده[۳]، خداداد مصطفوی[۲] و حسن امیری اوغان[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، (نویسنده مسوول: irabdollah@yahoo.com)
۳- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۴- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۸/۲۱
صفحه: ۶۰ تا ۶۸

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: کلزا یکی از مهمترین گیاهان دانه روغنی در جهان محسوب می‌شود. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول در این گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است. تولید ارقام هیبرید پرمحصول کلزا از اهداف اصلی برنامه‌های به‌نژادی این گیاه می‌باشد. هچنین بررسی رابطه بین عملکرد و سایر صفات زراعی، راندمان برنامه‌های اصلاحی را با تعیین معیار انتخاب مناسب، بهبود می‌بخشد. بنابراین این مطالعه با هدف گزینش هیبریدهای جدید کلزا و مطالعه روابط میان صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق ۲۱ دورگ زمستانه کلزا (تلاقی ۳ رستورر با ۷ لاین نرعقیم) به همراه چهار رقم اکاپی، احمدی، نیما و نفیس در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌مدت دو سال زراعی (۹۹-۱۳۹۷) مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد شامل روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، طول دوره گلدهی، روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، میزان روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. در این تحقیق به‌منظور گزینش ژنوتیپ‌های کلزا و مطالعه روابط میان صفات از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) و تجزیه به عامل‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس شاخص SIIG، ژنوتیپ‌های G15، G3، G10، G5، G22، G8، G4 و G25 با مقدار SIIG بیشتر (به‌ترتیب ۰/۷۰۶، ۰/۶۸۰، ۰/۶۶۷، ۰/۶۶۵، ۰/۶۴۷، ۰/۶۴۱، ۰/۶۱۰ و ۰/۶۰۷) جزء ژنوتیپ‌های برتر بودند. از طرفی ژنوتیپ‌های G23، G18، G1، G24، G21، G7 و G13 با مقدار SIIG کمتر (به‌ترتیب ۰/۲۱۹، ۰/۳۱۵، ۰/۳۳۴، ۰/۳۸۳، ۰/۳۹۷، ۰/۳۹۸ و ۰/۴۰۲) جزء ژنوتیپ‌های ضعیف از نظر اکثریت صفات مورد بررسی بودند. ژنوتیپ‌های G15، G5، G22، G3 و G10 با داشتن مقدار SIIG بالا و همچنین عملکرد روغن بالاتر از میانگین به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد روغن و سایر صفات زراعی شناخته شدند. همچنین نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان‌دهنده ارتباط مثبت صفت وزن هزار دانه با عملکرد دانه و عملکرد روغن بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های G15، G5، G22، G3 و G10 به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد روغن و سایر صفات زراعی شناخته شدند. همچنین صفت وزن هزار دانه می‌تواند به‌عنوان شاخص مناسب در برنامه‌های به‌نژادی برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در کلزا مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل، عملکرد روغن، کلزا، هیبرید

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات مهمترین منابع تأمین انرژی می‌باشند. کلزا یکی از مهمترین گیاهان دانه روغنی می‌باشد که به دلیل ویژگی‌هایی از قبیل سازگاری بالا با شرایط آب و هوایی متنوع، دارا بودن ژنوتیپ‌های پاییزه و بهاره، کنترل علف‌های هرز، ارزش تناوبی بالا، عملکرد روغن بالا و تأمین کنجاله از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد و به عنوان نقطه امیدی برای تأمین روغن خوراکی مورد نیاز کشور به‌شمار می‌آید (۳). بر اساس آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۸-۹۹، سطح زیر کشت کلزا در ایران ۱۸۳۴۳۱ هکتار گزارش شده است که متوسط عملکرد دانه آن در شرایط آبی ۱۷۷۴ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم ۹۳۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. استان‌های گلستان، خوزستان و فارس به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت کلزا را به خود اختصاص داده‌اند. به‌دلیل وجود محصولات رقیب و محدودیت اراضی زراعی، یکی از راه‌حل‌های مؤثر در افزایش تولید کلزا، افزایش عملکرد در واحد سطح با کشت هیبریدهای پرمحصول خواهد بود (۲). بنابراین به‌نژادگران کلزا باید به دنبال اصلاح و تولید هیبریدهای با عملکرد دانه بالا باشند. در حال حاضر تولید ارقام هیبرید کلزا هدف اصلی در به‌نژادی این گیاه می‌باشد. محققان چینی برای اولین بار در سال ۱۹۸۳ تولید بذر هیبرید کلزا را با استفاده از سیستم نرعقیمی سیتوپلاسمی در سطح تجارتی انجام دادند. سیستم‌های نرعقیمی متعددی در تولید هیبرید کلزا استفاده می‌گردد که از آن جمله می‌توان به سیستم‌های نرعقیمی سیتوپلاسمی شان-۲ ای (۷)، اگورا (۱۹) و پولیما (۸) اشاره کرد. تولید هیبرید زمستانه کلزا اولین بار توسط بکر و همکاران (۴) با استفاده از روش اگورا در فرانسه صورت گرفت. مک وتی (۱۵) و بکر و همکاران (۴،۵) نیز افزایش عملکرد دانه به میزان ۴۰ درصد در ارقام هیبرید کلزا نسبت به ارقام آزاد گرده‌افشان گزارش کردند. لازم به ذکر است که تمام هیبریدهای مورد کشت در ایران خارجی بوده و تاکنون هیچ هیبرید داخلی به عنوان رقم معرفی نشده اشت.

اگرچه عملکرد مهمترین معیار گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب است، ولی وراثت پیچیده و برهمکنش ژنوتیپ در محیط، کارایی آن را در برنامه‌های اصلاحی محدود ساخته است (۱۰). عملکرد دانه در کلزا ناشی از اثرات تجمعی اجزای متشکله و برهمکنش آن‌ها می‌باشد. بنابراین ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های کلزا باید بر مبنای مجموعه‌ای از صفات و اجزای عملکرد صورت گیرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از مجموعه‌ای از صفات، احتمال پیدا کردن ژنوتیپ‌های ایده‌آل را افزایش می‌دهد. شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG[1]) یکی از روش‌های آماری چند متغیره است که بر اساس مجموعه‌ای از صفات یا شاخص‌های مختلف، ژنوتیپ‌های مطلوب را شناسایی می‌کند (۲۹،۳۰). از آنجاییکه ممکن است هر ژنوتیپی از نظر یک صفت یا شاخصی ژنوتیپ برتر باشد و در نهایت با افزایش تعداد صفات یا شاخص‌ها، ممکن است انتخاب ژنوتیپ مناسب برای محقق دشوار شود، ولی به‌کمک روش SIIG تمام شاخص‌ها و صفات به‌صورت یک شاخص درآمده، رتبه‌بندی و تعیین ژنوتیپ‌های برتر بسیار راحت‌تر می‌شود. از جمله مزیت‌های این روش آن است که صفات یا شاخص‌های به‌کار رفته برای مقایسه می‌توانند دارای واحدهای سنجش متفاوتی بوده و طبیعت منفی و مثبت داشته باشند (۱۷). از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) در کلزا (۱،۳۰،۳۱)، گندم دوروم (۱۸)، گندم نان (۲۷)، جو (۲۸) و آفتابگردان (۱۱) برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس مجموعه‌ای از صفات یا شاخص‌ها استفاده شده است. تجزیه به عامل‌ها یکی دیگر از روش‌های آماری چند متغیره است که به‌منظور دسته‌بندی صفات، تعیین میزان اهمیت و ارتباط هر یک از آنها در ایجاد تغییرات کل داده‌ها و شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. تشخیص صفات مؤثر بر عملکرد این اجازه را به به‌نژادگر می‌دهد که بر صفات مشخصی که موجب تنوع شده است، تمرکز نماید. از روش تجزیه به عامل‌ها در گندم (۱۳)، کنجد (۲۰)، سویا (۹)، آفتابگردان (۱۱) و کلزا (۱) برای بررسی روابط بین صفات استفاده شده است.

ارزیابی تنوع ژنتیکی و بررسی روابط بین صفات بر مبنای صفات مورفولوژیک و زراعی می‌تواند برای سازمان‌دهی ژرم‌پلاسم و گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب سودمند باشد. بنابراین این تحقیق به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و گزینش هیبریدهای جدید کلزا و مطالعه روابط میان صفات انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه ۲۱ دورگ کلزای زمستانه حاصل تلاقی لاین‌های رستورر و لاین‌های نرعقیم ایجاد شده به‌همراه چهار رقم اکاپی، احمدی، نیما و نفیس (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال زراعی (۹۸-۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸) مورد ارزیابی قرار گرفتند. این مطالعه در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف پنج متری با فاصله بین ردیف‌های ۳۰ سانتیمتر بود. کشت به‌صورت جوی و پشته و آبیاری نشتی انجام شد. کشت بر اساس دستورالعمل کشت کلزا در تاریخ‌های توصیه شده انجام شد.

جدول ۱- شماره، نام و شجره ژنوتیپ‌های کلزا مورد بررسی

Table 1. Code, name and pedigree of the tested rapeseed genotypes.

No.	Name/Pedigree	No.	Name/Pedigree
G1	WRL-97-1*WR-97-A1	G14	WRL-97-2*WR-97-A7
G2	WRL-97-1*WR-97-A2	G15	WRL-97-3*WR-97-A1
G3	WRL-97-1*WR-97-A3	G16	WRL-97-3*WR-97-A2
G4	WRL-97-1*WR-97-A4	G17	WRL-97-3*WR-97-A3
G5	WRL-97-1*WR-97-A5	G18	WRL-97-3*WR-97-A4
G6	WRL-97-1*WR-97-A6	G19	WRL-97-3*WR-97-A5
G7	WRL-97-1*WR-97-A7	G20	WRL-97-3*WR-97-A6
G8	WRL-97-2*WR-97-A1	G21	WRL-97-3*WR-97-A7
G9	WRL-97-2*WR-97-A2	G22	Okapi
G10	WRL-97-2*WR-97-A3	G23	Ahmadi
G11	WRL-97-2*WR-97-A4	G24	Nima
G12	WRL-97-2*WR-97-A5	G25	Nafis
G13	WRL-97-2*WR-97-A6		

عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک (جهت خرد کردن کلوخه‌ها) و ماله (جهت تسطیح) بود و بر اساس نتایج آزمون خاک اقدام به کوددهی شد. پس از آماده‌سازی زمین بر اساس نتایج آزمون خاک، مقدار پتاسیم و فسفر موردنیاز به‌ترتیب از منابع کودی سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کاشت به زمین داده شد. کود ازته از منبع اوره نیز به‌صورت سرک در سه مرحله کاشت، شروع ساقه‌رفتن و زمان ظهور اولین غنچه‌های گل به‌میزان ۱۰۰، ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. در طول فصل رشد و نمو عملیات زراعی به‌طور مرتب انجام شد و از سموم سیستمیک دیماکارون (نیم لیتر در هکتار) و اکاتین (یک لیتر در هکتار) برای کنترل شته مومی کلم استفاده شد.

در این آزمایش صفات فنولوژیک، مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد شامل روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، طول دوره گلدهی، روز تا رسیدن فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف-سیمروف (Kolmogorov-Smirnov) با استفاده از نرم افزار SPSS 19 (۲۶) مورد ارزیابی قرار گرفتند و در ادامه تجزیه واریانس مرکب انجام گردید. سپس به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های برتر بر اساس همه صفات مورد مطالعه، از شاخص SIIG (۲۹،۳۰) استفاده شد. نحوه محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) به شرح ذیل می‌باشد:

تشکیل ماتریس داده‌ها

با توجه به تعداد ژنوتیپ‌ها و تعداد صفات مختلف مورد بررسی، ماتریس داده‌ها به‌صورت رابطه (۱) تشکیل می‌شود.

1-Selection index of ideal genotype

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & & x_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (۱)$$

در این ماتریس x_{ij} مقدار صفت iام (i = 1, 2, … n) در رابطه با ژنوتیپ jام (j = 1, 2, … m) است.

تبدیل ماتریس داده‌ها به یک ماتریس نرمال از رابطه زیر برای نرمال کردن داده‌ها استفاده می‌شود:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}} \quad (۲)$$

ماتریس R به‌صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & & r_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (۳)$$

پیدا کردن ژنوتیپ ایده‌ال و ژنوتیپ ضعیف

در این مرحله برای هر صفت بـه‌طور جداگانه، بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ انتخاب می‌شود.

محاسبه فاصله از ژنوتیپ ایـده‌آل و ژنوتیپ ضعیف

در این مرحله برای هر صفت، فاصله از ژنوتیپ ایـده‌آل و فاصله از ژنوتیپ ضعیف به‌ترتیب از روابط (۴ و ۵) محاسبه می‌شوند:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} (r_{ij} - r_j^+)^2} \quad i = 1, \ldots, n \quad (۴)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m} (r_{ij} - r_j^-)^2} \quad i = 1, \ldots, n \quad (۵)$$

در این روابط r_{ij} مقدار نرمال شده صفت iام (i = 1, 2, … n) در رابطه با ژنوتیپ jام (j = 1, 2, … m) است. r_j^+ و r_j^- به‌ترتیب مقدار نرمال‌شده ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ ضعیف برای هر صفت iام (i = 1, 2, … n) همچنین d_i^+ فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل و d_i^- فاصله از ژنوتیپ ضعیف است.

محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل

در آخرین مرحله شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل از رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$SIIG = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad 0 \le SIIG \le 1 \quad i = 1, 2, \ldots, m \quad (۶)$$

مقدار SIIG بین صفر و یک تغییر می‌کند و هرچه گزینه مـورد نظر به ژنوتیپ ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، مقدار SIIG آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود (۲۹،۳۰). به‌عبارت دیگر می‌توان از شاخص‌های منفی و مثبت بـه شکل ترکیبی در این روش استفاده کرد. براساس این روش، بهترین ژنوتیپ، نزدیکترین ژنوتیپ به ژنوتیپ‌های ایده‌آل و دورترین از ژنوتیپ‌های ضعیف است. در اینجا منظور از ژنوتیپ ایده‌آل، ژنوتیپی فرضی است کـه از نظر صفات مورد بررسی در بهترین حالت باشد، درحالیکه ژنوتیپ ضعیف، ژنوتیپی فرضی است که از نظر صفات مورد بررسی در شرایط مطلوب نباشد (۲۹،۳۰). بـه‌طـور خلاصه، ژنوتیپ ایده‌آل از مجموع مقادیر ایده‌آل هر یک از صفات به‌دست می‌آید، درحالیکه ژنوتیپ ضعیف از مجموع مقادیر ضعیف هر یک از صفات حاصل می‌شود. بـه‌عنوان مثال در مورد عملکرد، حداکثر عملکرد یک ژنوتیپ، مقدار ایده‌آل و عملکرد پایین، به‌عنوان مقدار ضعیف درنظر گرفته می‌شود. همچنین در مورد روز تا رسیدگی، مقدار ایده‌آل برابر کمترین مقدار روز تا رسیدگی برای ژنوتیپ‌ها و مقـدار ضعیف برابر بـا بیشترین مقدار روز تا رسیدگی برای ژنوتیپ‌ها است.

در ادامه به‌منظور بررسی و درک روابط پیچیده بین صفات و شناسایی عوامل پنهانی از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. برای استخراج عامل‌ها از روش مؤلفه‌های اصلی و برای دوران عامل‌ها از روش چرخش واریماکس استفاده گردید. برای تعیین تعداد عامل‌های مناسب، آن تعداد از عامل‌ها که دارای ریشه بزرگ‌تر از یک بودند انتخاب و برای ماتریس ضرایب عامل‌ها به کار رفتند. در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب عاملی ۰/۵ به بالا صرف نظر از علامت آن‌ها معنی‌دار در نظر گرفته شدند. برای انجام محاسبات از نرم‌افزارهای آماری SAS ver 9.1 و SPSS ver 19استفاده شد (۲۴،۲۶). از میانگین داده‌های دوسال انجام آزمایش برای محاسبه شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) و انجام تجزیه به عامل‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه نشان داد که اثر سال برای همه صفات مورد مطالعه به جز طول دروه گلدهی و تعداد شاخه‌های فرعی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که اثر ژنوتیپ برای همه صفات مورد بررسی به جز میزان روغن معنی‌دار بود (جدول ۲) که حاکی از وجود تنوع ژنتیکی کافی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. همچنین نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × سال برای اکثر صفات مورد مطالعه به جز روز تا شروع گلدهی، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲).

شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG)

در این تحقیق به‌منظور انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از تمام صفات مورد بررسی از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) استفاده شد. شاخص SIIG بر مبنای ۱۱ صفت (به جزء عملکرد روغن) روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی،

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

طول دوره گلدهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، درصد روغن و عملکرد دانه محاسبه شد (جدول ۳). در محاسبه شاخص SIIG فرض بر این بود که ژنوتیپ‌هایی با بیشترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، درصد روغن و عملکرد دانه و کمترین مقدار روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، طول دوره گلدهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ایده‌آل می‌باشند (۶). در واقع با استفاده از شاخص SIIG، صفات مذکور ادغام شده و به صورت یک شاخص واحد در آمده و در نتیجه می‌توان انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را مطمئن‌تر و دقیق‌تر انجام داد. از آنجایی‌که میزان تغییرات شاخص SIIG بین صفر و یک متغیر می‌باشد، هر چه مقدار SIIG برای ژنوتیپی به یک نزدیک باشد آن ژنوتیپ از نظر بیشتر صفات مورد بررسی از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد و هر چه مقدار SIIG برای ژنوتیپی به صفر نزدیک باشد، ژنوتیپ مورد بررسی از نظر بیشتر صفات از وضعیت مطلوبی برخوردار نیست. در واقع شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) یک مدل گزینش‌گر بوده و به منظور انتخاب ایده‌آل‌ترین ژنوتیپ(ها) از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به کار می‌رود و با استفاده از این شاخص محقق تصمیم نهایی را در انتخاب بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه می‌گیرد (۲۹،۳۰). بر اساس شاخص SIIG، ژنوتیپ‌های G15، G3، G10، G5، G22، G8، G4 و G25 با مقدار SIIG بیشتر (به ترتیب ۰/۷۰۶، ۰/۶۸۰، ۰/۶۶۷، ۰/۶۶۵، ۰/۶۴۷، ۰/۶۱۰ و ۰/۶۰۷) جزء ژنوتیپ‌های برتر بودند (جدول ۳). از طرفی ژنوتیپ‌های G23، G18، G1، G24، G21، G7 و G13 با مقدار SIIG کمتر (به‌ترتیب ۰/۲۱۹، ۰/۳۱۵، ۰/۳۳۴، ۰/۳۸۳، ۰/۳۹۷، ۰/۳۹۸ و ۰/۴۰۲) جزء ژنوتیپ‌های ضعیف از نظر اکثریت صفات مورد بررسی بودند (جدول ۳).

به منظور انتخاب ژنوتیپ‌هایی که هم از نظر صفات زراعی و هم عملکرد روغن در وضعیت مطلوبی باشند، از نمودار دوبعدی (شکل ۱) استفاده شد. با توجه به نتایج نمودار دوبعدی، ژنوتیپ‌های G15، G5، G22، G3 و G10 با داشتن مقدار SIIG بالا و همچنین عملکرد روغن بالاتر از میانگین کل، جزء ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد روغن و سایر صفات زراعی بودند. از طرفی دیگر ژنوتیپ‌های G1، G23، G18، G7، G21و G13 با مقدار SIIG پایین و همچنین عملکرد روغن کمتر از میانگین کل، به عنوان ژنوتیپ‌های ضعیف از نظر عملکرد روغن و سایر صفات زراعی شناسایی شدند (شکل ۱). عبدالهی حصار و همکاران (۱) صفات زراعی مختلف کلزا را با استفاده از شاخص SIIG ادغام نموده و گزارش کردند که شاخص SIIG با ادغام صفات مختلف، انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را موثرتر انجام می‌دهد. زالی و همکاران (۳۰) نیز از شاخص SIIG به منظور ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری کلزا استفاده کردند و بیان نمودند که شاخص SIIG روشی مناسب به منظور ادغام صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و همچنین سایر روش‌های تجزیه پایداری می‌باشد. در تحقیقی دیگر قلی‌زاده و همکاران (۱۱) از شاخص SIIG به‌منظور ادغام صفات زراعی در آفتابگردان استفاده نمودند و بیان داشتند که شاخص SIIG یک روش ترکیبی جدید و کارا در انتخاب موثرتر ژنوتیپ‌های مطلوب می‌باشد. شاخص SIIG به منظور انتخاب ارقام و لاین‌های پایدار از نظر آماره‌های مختلف پایداری در گندم دوروم (۱۷ و ۱۸) نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب صفات ژنوتیپ‌های کلزا

Table 2. Combined analysis of variance for traits of rapeseed genotypes

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squaress											
		تعداد روز تا شروع گلدهی DFS	تعداد روز تا پایان گلدهی DEF	طول دوره گلدهی FP	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک DPM	ارتفاع بوته PH	تعداد شاخه‌های فرعی NI.R	تعداد خورجین در بوته NPP	تعداد دانه در خورجین NSP	وزن هزار دانه TSW	میزان روغن OC	عملکرد دانه SY	عملکرد روغن OY
سال Year	1	717.2**	893.0**	9.6ns	211.2*	26215*	0.05ns	296771**	288.9*	1.18*	644.8*	40441527**	10863836**
تکرار درون سال Rep/Year	4	13.7	28.8	42.1	12.8	207	2.80	1425	12.2	0.08	15.1	363000	101503
ژنوتیپ Genotype	24	21.0**	18.2**	28.4**	12.0 **	787 **	3.31**	19041**	20.3**	0.33**	2.9ns	1673125*	232822**
ژنوتیپ × سال Genotype*Year	24	4.2**	17.9**	27.5**	12.5**	250*	2.97**	21747**	7.7ns	0.17ns	5.2**	976662**	155334**
خطا Error	96	3.8	7.7	8.9	2.5	141	1.44	3309	6.9	0.11	2.2	253181	40589
کل Total	149												

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

Ns, * and ** stands for non-significant, significan at 0.05 and 0.01 probability level.

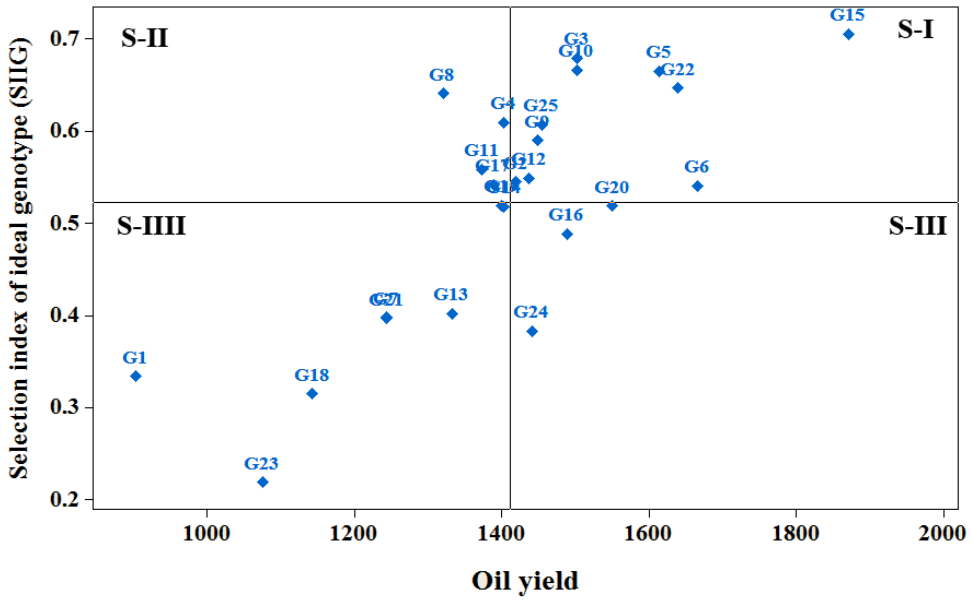
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

جدول ۳- شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل کلزا بر مبنای همه صفات مورد مطالعه و فواصل از ژنوتیپ مطلوب (d^+)، ژنوتیپ نامطلوب (d^-)

Table 3. Selection index of ideal rapeseed genotype based on all studied traits and distance from ideal genotype (d^+), non-ideal genotype (d^-) and oil yield

نام ژنوتیپ Genotypes name	d^+	d^-	شاخص SIIG SIIG index	عملکرد روغن Oil yield
G1	0.221	0.111	0.334	903
G2	0.134	0.160	0.545	1419
G3	0.095	0.202	0.680	1502
G4	0.116	0.181	0.610	1402
G5	0.098	0.194	0.665	1613
G6	0.149	0.175	0.541	1666
G7	0.178	0.118	0.398	1243
G8	0.119	0.212	0.641	1320
G9	0.119	0.171	0.590	1448
G10	0.097	0.194	0.667	1502
G11	0.132	0.168	0.559	1373
G12	0.131	0.159	0.549	1437
G13	0.173	0.116	0.402	1332
G14	0.140	0.151	0.518	1403
G15	0.095	0.228	0.706	1870
G16	0.154	0.148	0.489	1488
G17	0.131	0.155	0.542	1389
G18	0.208	0.096	0.315	1143
G19	0.140	0.152	0.520	1400
G20	0.143	0.154	0.519	1550
G21	0.185	0.122	0.397	1244
G22	0.106	0.195	0.647	1639
G23	0.232	0.065	0.219	1075
G24	0.203	0.126	0.383	1441
G25	0.117	0.180	0.607	1454
Mean	میانگین		0.522	1410



شکل ۱- نمودار دوبعدی پراکنش ۲۵ ژنوتیپ زمستانه کلزا بر اساس عملکرد روغن و روش SIIG

Figure 1. Two-dimensional graph of distribution of 25 winter rapeseed genotypes based on oil yield and SIIG method

تجزیه به عامل‌ها

در این مطالعه ۱۲ صفت اندازه‌گیری شده، برای تجزیه به عامل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. لازم به یادآوری است که مقادیر KMO[1] بدست آمده و نیز معنی‌دار بودن آزمون اسفریسیتی بارتلت بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای انجام تجزیه به عامل‌ها و کفایت مدل تجزیه به عامل‌ها بود. در این تحقیق، پس از انجام تجزیه به عامل‌ها پنج عامل مشخص شد. این عامل‌ها مجموعاً توانستند ۸۰/۳۹ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه نمایند (جدول ۴). سهم عامل‌های اول تا پنجم به ترتیب برابر ۲۶/۱۴، ۱۸/۸۸، ۱۴/۱۵، ۱۲/۲۴ و ۸/۹۸ درصد برآورد گردید (جدول ۴). عامل اول که بیشترین میزان از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود (۲۶/۱۴ درصد)، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن می‌باشد که این فاکتورها را می‌توان عوامل مؤثر بر عملکرد اقتصادی نامگذاری نمود، این ضرایب نشانگر آن است که انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس افزایش عامل اول می‌تواند منجر به افزایش عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردد. ارتباط مثبت وزن هزاردانه با عملکرد دانه و عملکرد روغن نشان‌گر آن است که با افزایش وزن هزاردانه، عملکرد اقتصادی افزایش می‌یابد. صفت وزن هزار دانه از اجزای عملکرد کلزا محسوب می‌شود و توارث‌پذیری نسبتاً بالایی دارد، بنابراین گزینش بر اساس این صفت ممکن است راه مطمئن و سریعی برای غربال کردن جوامع گیاهی و بهبود عملکرد کلزا باشد. دهقانی و همکاران (۶)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

نیز گزارش کردند که وزن هزار دانه از اجزای اصلی عملکرد دانه آفتابگردان به شمار می‌رود. صباغ‌نیا و همکاران (۲۲) در آزمایش خود همبستگی مثبتی را بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه مشاهده کردند که موافق با نتایج پژوهش حاضر بود. سلطانی حویزه و همکاران (۲۵) نیز همبستگی مثبت و بسیار قوی را بین وزن هزار دانه و عملکرد دانه گزارش دادند و بیان کردند که در گزینش ژنوتیپ‌های کلزا می‌توان گزینش را بر مبنای صفت وزن هزار دانه انجام داد. علت افزایش وزن هزاردانه را علاوه بر ژنتیک گیاه به افزایش میزان تقسیم و رشد سلول‌ها، شدت فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی نسبت داده‌اند (۲۳). با توجه به ارتباط مثبت وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن می‌توان نتیجه گرفت که گزینش برای وزن هزار دانه برای رسیدن به عملکرد اقتصادی دور از انتظار نیست.

عامل دوم که ۱۸/۸۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی و ضریب منفی برای درصد روغن می‌باشد که این عامل را می‌توان به عنوان عامل موثر بر رشد رویشی نام‌گذاری کرد (جدول ۴). عامل سوم که ۱۴/۱۵ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند، دارای ضرایب بزرگ برای صفات روز تا شروع گلدهی، روز تا پایان گلدهی، طول دوره گلدهی و روز تا رسیدگی فیزیولوژیک می‌باشد که این فاکتورها را می‌توان به عنوان عامل موثر بر فنولوژی و خصوصیات رسیدگی نام‌گذاری نمود. عامل چهارم که ۱۲/۲۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند، دارای ضریب مثبت برای صفت تعداد دانه در خورجین می‌باشد (جدول ۴). در عامل پنجم که ۸/۹۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند صفت تعداد خورجین در بوته با ضریب بزرگ و مثبت قرار گرفت که این عامل را می‌توان به عنوان عامل مؤثر بر خورجین‌دهی نام‌گذاری کرد (جدول ۴). این ضریب نشانگر آن است که ژنوتیپ‌های برخوردار از مقادیر بالای عامل پنجم، دارای تعداد خورجین در بوته بیشتری هستند. انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس افزایش عامل پنجم می‌تواند منجر به افزایش تعداد خورجین در بوته در جمعیت مورد مطالعه گردد.

گزینش ژنوتیپ‌های اصلاح شده با عملکرد دانه و روغن بالا نقش مؤثری در توسعه کشت و افزایش تولید کلزا دارد. از طرفی عملکرد دانه، صفت کمی پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود. از آنجایی که این صفت به‌شدت تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد، لذا از وراثت‌پذیری پایینی برخوردار است. با توجه به وراثت‌پذیری پایین عملکرد می‌توان از صفاتی که رابطه بالایی با آن دارند، در انتخاب بهتر ژنوتیپ‌های مطلوب بهره برد. عملکرد از اثر تجمعی اجزای متشکله آن می‌باشد. شناسایی این اجزا و رابطه آن‌ها با عملکرد در گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد مناسب حائز اهمیت است. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان‌دهنده ارتباط مثبت وزن هزار دانه با عملکرد دانه و روغن بود. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای این صفت منجر به انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا می‌شود و صفت مذکور به عنوان صفت مناسب جهت گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه و روغن بالا در آفتابگردان به شمار می‌رود. در توافق با پژوهش حاضر سایر محققان نیز ارتباط مثبتی بین صفت وزن هزار دانه با عملکرد دانه گزارش کرده‌اند و آن‌ها گزینش غیرمستقیم برای عملکرد دانه را از طریق صفت وزن هزار دانه را مؤثر دانسته‌اند (۱۴،۱۶،۲۱).

جدول ۴- ضرایب عاملی در تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران واریماکس در کلزا

Table 4. Factor coefficients in factor analysis using principal components and varimax rotation in rapeseed

Traits صفات	Factor 1 عامل ۱	Factor 2 عامل ۲	Factor 3 عامل ۳	Factor 4 عامل ۴	Factor 5 عامل ۵
روز تا شروع گلدهیDTF	0.48	-0.16	-0.71	0.32	0.20
روز تا پایان گلدهیDEF	0.04	-0.04	0.95	0.11	0.07
طول دوره گلدهی (روز)FP	-0.39	0.11	0.70	0.48	-0.12
روز تا رسیدن فیزیولوژیکDPM	0.10	0.01	0.83	0.00	0.16
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)PH	0.19	0.90	0.01	-0.17	-0.06
تعداد شاخه‌های فرعیNLB	-0.28	0.68	-0.05	0.24	0.46
تعداد خورجین در بوتهNPP	0.24	0.23	0.12	-0.02	0.83
تعداد دانه در خورجینNSP	0.20	-0.34	0.20	0.54	0.14
وزن هزار دانه (گرم)TSW	0.52	0.25	0.35	0.12	-0.51
میزان روغن (٪)OC	.080	-0/72	-0.20	-0.20	-0.14
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)SY	0.95	0.01	-0.10	-0.07	0.08
عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)OY	0.95	-0.07	-0.10	-0.10	0.07
مقادیر ویژهEigene value	3.14	2.27	1.70	1.47	1.08
واریانس (٪)Variance	26.14	18.88	14.15	12.24	8.98
درصد تجمعیCumulative Variance	26.14	45.02	59.17	71.41	80.39

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که این روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) ابزاری فوق‌العاده قوی برای انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف کلزا از لحاظ همه صفات زراعی بود. بر اساس شاخص SIIG، هیبردهای G15، G5، G3 و G10 با داشتن مقدار SIIG بالا و همچنین عملکرد روغن بالاتر از میانگین کل، جزء ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد و سایر صفات زراعی بودند. توصیه می‌شود که این هیبریدها در آزمایش‌های سازگاری در چند سال و چند مکان در مناطق سرد و معتدل سرد کشور مورد ارزیابی قرار گیرند تا در صورت برتری نسبت به ارقام شاهد، به عنوان رقم جدید برای کشت معرفی شوند. علاوه بر شاخص SIIG، تجزیه به عامل‌ها در دسته‌بندی صفات و شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی موفقیت آمیز عمل کرد. نتایج تجزیه به عامل‌ها

1- Kaiser Meyer Olkin

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]
[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

نشان‌دهنده ارتباط مثبت صفت وزن هزار دانه با عملکرد دانه و عملکرد روغن بود. بنابراین می‌توان با گزینش و اصلاح برای این صفت وزن هزار دانه، عملکرد اقتصادی کلزا را به نحو مطلوبی افزایش داد.

منابع

1. Abdollahi Hesar, A., O. Sofalian, B. Alizadeh, A. Asgharii and M. Zali. 2020. Evaluation of some autumn rapeseed genotypes based on morphological traits and SIIG index. Journal of Crop Breeding, 12: 151-159 (In Persian).
2. Alizadeh, B., A. Rezaizad, M. Yazdandoost Hamedani, G.H. Shiresmaeili, F. Nasserghadimi, H. R. Khademhamzeh and A. Gholizadeh. 2021. Analysis of Genotype × Environment Interaction for Seed Yield in Winter Rapeseed Cultivars and Lines Using Multivariate Method of Additive Main Effects and Multiplicative Interaction. Journal of Crop Production and Processing, 11(1): 95-108 (In Persian).
3. Alizadeh, B., M. Yazdandust Hamedani, A. Rezaei Zad, S. Azizinia, M. Khiyavi, A. H. Shirani Rad, F. Javidfar, B. Pasban Eslam, M. Mostafavi Rad, F. Shariati, S. Rahmanpour Ozan, M. H. Alem Khumaram, B. Majd Nasiri, H. Amiri Oghan and A. Zareei Siahbidi. 2019. Nima, New Winter Oilseed Rape Variety for Cultivation in the Cold and Moderately Cold Regions of Iran. Research Achievements for Field and Horticulture Crops, 8: 61-76 (In Persian).
4. Becker, H. C., H. Loption and G. Robbelen. 1999. Breeding: An Overview. In: Gomez-Campo, C. (eds). Biology of Brassica Coenospecies. 413-460 pp. Elsevier Science, Singapore.
5. Becker, H. C., H. Svensk and G. M. Engqvist. 1998. Chances and Limitations for the use of heterosis in synthetic cultivars of rapeseed. Global Council For Innovation In Rapeseed and Canola Bulletin, 15: 51-57.
6. Dehghani, H., H. Omidi and N. Sabaghnia. 2008. Graphic analysis of relation of rapeseed using the biplot method. Agronomy Journal, 100: 1443-1449.
7. Fu, T.D. and G.S. Yang. 1995. Rapeseed heterosis breeding in China. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress, pp.119-121. Cambridge, UK.
8. Fu, T.D. 1981. Production and research on rapeseed in the people Republic of China. Eucarpia Cruciferae Newsletter, 6: 6-7.
9. Ghanbari, S., A. Nooshkam, B.A. Fakheri and N. Mahdinezhad. 2019. Relationship between Yield and its Component in Soybean Genotypes (Glycine Max L.) using Multivariate Statistical Methods. Journal of Crop Breeding, 11: 85-92 (In Persian).
10. Gholizadeh, A. and H. Dehghani. 2016. Graphic analysis of trait relations of Iranian bread wheat germplasm under non-saline and saline conditions using the biplot method. Genetika, 48: 473-486.
11. Gholizadeh, A., M. Ghaffari and F. Shariati. 2021. Use of selection index of ideal genotype (SIIG) in order to select new high yielding sunflower hybrids with desirable agronomic characteristics. Journal of Crop Breeding, 13(38): 116-123 (In Persian).
12. Kanwal, N., F. Ali, Q. Ali and H. A. Sadaqat. 2019. Phenotypic tendency of achene yield and oil contents in sunflower hybrids. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science, 69: 690-705.
13. Leilah, A. and S. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid environments, 61: 483-496.
14. Majidi, M.M., M. Jafarzadeh Ghahdarijani, F. Rashidi and A. Mirlohi. 2016. Relationship of Different Traits in Rapeseed (Brassica napus L.) Cultivars under Normal and Drought Conditions. Journal of Crop Breeding, 8(17): 65-55 (In Persian).
15. McVetty, P.B.E. 1995. Review of performance and seed of hybrid brassicas. Proc. 9th Int. Rapeseed Congress, 98-103 pp. Cambridge, UK.
16. Moradi, M., M. Soltani Hoveize and E. Shahbazi. 2017. Study the relations between grain yield and related traits in canola by multivariate analysis. Journal of Crop Breeding, 9(23): 187-194 (In Persian).
17. Najafi Mirak, T., M. Dastfal, B. Andarzian, H. Farzadi, M. Bahari and H. Zali. 2018a. Assessment of non-parametric methods in selection of stable genotypes of durum wheat (Triticum turgidum L. var. durum). Iranian Journal of Crop Sciences, 20: 126-138 (In Persian).
18. Najafi Mirak, T., M. Dastfal, B. Andarzian, H. Farzadi, M. Bahari and H. Zali. 2018b. Stability analysis of grain yield of durum wheat promising lines in warm and dry areas using parametric and non-parametric methods. Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing, 8: 79-96 (In Persian).
19. Ogura, H. 1968. Studies on the new male sterility in Japanese radish, with special references on the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds. Mem. Fac. Agric. Kagoshima Univ, 6: 40-75.
20. Ramazani, S.H.R. 2016. Surveying the relations among traits affecting seed yield in sesame (Sesamum indicum L.). Journal of Crop Science and Biotechnology, 19: 303-309.
21. Roostabaghi, B., H. Dehghan, B. Alizadeh and N. Sabaghnia. 2013. Study of diversity and evaluation of relationships between yield and yield components of rapeseed via multivariate methods. Journal of Crop Production and Processing, 2(6):53-63 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

22. Sabaghnia, N., H. Dehghani, B. Alizadeh and M. Mohghaddam. 2010. Interrelationships between grain yield and 20 related traits of 49 canola (Brassica napus L.) genotypes in non-stressed and water-stressed environments. Spanish Journal of Agricultural Research, 8: 356-370.
23. Safari, S. and A.A. Mehrabi. 2016. Genetic relationships of rapeseed cultivars revealed by RAPD markers. Journal of Crop Breeding, 8(19): 170-177 (In Persian).
24. SAS, 2011. Base SAS 9.1 procedures guide. SAS Institute Inc, Cary
25. Soltani Howyzeh, M., M. Moradi, T. Saki Nezhad, S. Zaker Nezhad and A. Etaa. 2018. Evaluation of the relationships among yield and related traits in spring canola cultivars using path analysis. Journal of Crop Breeding, 10(27): 125-134 (In Persian).
26. SPSS, Inc. 2010. SPSS 20. Users Guied. Chicago, USA.
27. Tahmasebi, S., M. Dastfal, H. Zali and M. Rajaie. 2018. Drought tolerance evaluation of bread wheat cultivars and promising lines in warm and dry climate of the south. Cereal Research, 8: 209-225 (In Persian).
28. Zali, H. and A. Barati. 2020. Evaluation of selection index of ideal genotype (SIIG) in other to selction of barley promising lines with high yield and desirable agronomy traits. Journal of Crop Breeding, 12: 93-104 (In Persian).
29. Zali, H., O. Sofalian, T. Hasanloo, A. Asgharii and S. M. Hoseini. 2015. Appraising of drought tolerance relying on stability analysis indices in canola genotypes simultaneously, using selection index of ideal genotype (SIIG) technique: Introduction of new method. Biological Forum–An International Journal, 7(2): 703-711.
30. Zali, H., T. Hasanloo, O. Sofalian, A. Asghari and M. Zeinalabedini. 2016. Appropriate strategies for selection of drought tolerant genotypes in canola. Journal of Crop Breeding, 8(20): 77-90 (In Persian).
31. Zali, H., T. Hasanloo, O. Sofalian, A. Asgharii and M. Enayati Shariatpanahi. 2019. Identifying drought Tolerant Canola Genotypes using Selection Index of Ideal Genotype. Journal of Crop Breeding, 11: 117-126 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]

Simultaneous Selection of Oil Yield and Other Agronomic Characteristics in Winter Rapeseed Hybrids

Parastoo Sadat Hashemi[1], Abdollah Mohammadi[2], Bahram Alizadeh[3], Khodadad Mostafavi[2] and Hassan Amiri Oghan[4]

1- Ph.D Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, (Corresponding Author: irabdollah@yahoo.com)
3- Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4- Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Received: 27 April, 2022 Accepted: 12 November, 2022

Extended Abstract

Introduction and objective: Rapeseed is one of the most important oilseed plants in the world. Therefore, the selection of high-yielding genotypes is especially important in this plant. Production of high yielding hybrid cultivars is the main objectives of breeding programs in rapeseed. Also, study on relationships between yield and other agronomic traits will improve the efficiency of a breeding program with appropriate selection criteria. Therefore, the objectives of this research were to the selection of new rapeseed hybrids and to find interrelationships among traits.

Material and Methods: In this research, 21 rapeseed hybrids (yielded crossing between 3 restorers with 7 cytoplasmic male sterile lines) along with four cultivars Okapi, Ahmadi, Nima and, Nafis were evaluated in a randomized complete block design with three replications in Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj during the 2018–2020 growing seasons. The phonological, morphological characteristics and yield and its components including days to flowering starting, days to end of flowering, flowering period, days to physiological maturity, plant height, number of lateral branches, number of pods per plant, number of seeds per pod, and head, thousand seed weight, oil content, seed yield, and oil yield were measured. In this study, the selection index of ideal genotype (SIIG) and factor analysis were used to select rapeseed genotypes and study the relationships between the traits.

Results: Based on the SIIG index, the genotypes G15, G3, G10, G5, G22, G8, G4, and G25 with the highest SIIG values (0.706, 0.680, 0.667, 0.665, 0.647, 0.641, 0.610, and 0.607 respectively) were the superior genotypes. On the other hand, G23, G18, G1, G24, G21, G7, and G13 genotypes with the least amount of SIIG value (0.219, 0.315, 0.334, 0.383, 0.397, 0.398, and 0.402 respectively) were the weakest genotypes for most studied traits. The genotypes G15, G5, G22, G3, and G10 with high SIIG values as well as higher oil yield that total averages were recognized as superior genotypes from the point of yield and other agronomic traits. Also, the results of factor analysis indicated a positive relationship between thousand seed weight with seed yield and oil yield.

Conclusion: Generally, the results indicated that the genotypes of G15, G5, G22, G3, and G10 were recognized as superior genotypes from the point of oil yield and other agronomic traits. Also, the trait of thousand seed weight could be used as a suitable criterion in selecting for increased yield in rapeseed breeding programs.

Keywords: Factor analysis, Hybrid, Oil yield, Rapeseed, Selection index of ideal genotype

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-01-29]

[DOI: 10.61186/jcb.15.45.60]