دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

استفاده از شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) به‌منظور گزینش هیبریدهای جدید آفتابگردان با عملکرد بالا و خصوصیات زراعی مطلوب

امیر قلی‌زاده[۱]، مهدی غفاری[۲] و فرناز شریعتی[۳]

۱- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
(نویسنده مسوول: a.gholizadeh@areeo.ac.ir)
۲- دانشیار بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۳- استادیار بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۵
صفحه: ۱۱۶ تا ۱۲۳

چکیده

تولید ارقام هیبرید پرمحصول آفتابگردان از اهداف اصلی برنامه‌های به‌نژادی این گیاه می‌باشد. بنابراین انتخاب هیبریدهای پرمحصول در این گیاه از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا تعداد ۲۴ هیبرید جدید آفتابگردان به‌همراه رقم گلسا در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان در قالب طرح لاتیس ساده (۵×۵) با دو تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۹ مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این تحقیق به‌منظور گزینش هیبریدهای جدید آفتابگردان و مطالعه روابط میان صفات از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) و تجزیه به عامل‌ها استفاده شد. بر اساس شاخص SIIG، ژنوتیپ‌های G5، G10، G2، G12، G3 و G19 با مقدار SIIG بیشتر (به‌ترتیب ۰/۷۴۷، ۰/۶۸۹، ۰/۶۶۰، ۰/۶۴۱، ۰/۶۴۰ و ۰/۵۷۲) جزء ژنوتیپ‌های برتر بودند. از طرفی ژنوتیپ‌های G23، G15، G24، G25 و G18 با مقدار SIIG کمتر (به‌ترتیب ۰/۲۳۳، ۰/۲۶۴، ۰/۲۷۷، ۰/۲۷۸ و ۰/۲۸۵) جزء ژنوتیپ‌های ضعیف از نظر اکثریت صفات مورد بررسی بودند. ژنوتیپ‌های G5، G19، G2، G10، G3، G9 و G11 با داشتن مقدار SIIG بالا و همچنین عملکرد دانه بالاتر از میانگین به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی شناخته شدند و می‌توان از آن‌ها برای انجام آزمایشات بیشتر از جمله آزمایشات سازگاری در مناطق گرم مرطوب استفاده نمود. همچنین نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان‌دهنده ارتباط مثبت صفات قطر ساقه، قطر طبق و تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه بود. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که صفات قطر ساقه، قطر طبق و تعداد دانه در طبق می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های مناسب در برنامه‌های اصلاحی برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در آفتابگردان مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تجزیه به عامل‌ها، شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل، عملکرد دانه

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات مهمترین منابع تأمین انرژی می‌باشند. آفتابگردان بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی پنجمین گیاه دانه روغنی جهان محسوب می‌شود. دانه آن با توجه به نوع رقم دارای ۲۶ تا ۵۰ درصد روغن و کنجاله آن نیز حاوی حدود ۲۰ تا ۲۷ درصد پروتئین می‌باشد (۴). روغن آفتابگردان به‌دلیل داشتن اسیدهای چرب غیراشباع فراوان و فقدان کلسترول از کیفیت بالایی برخوردار است (۳). با توجه به این ویژگی‌های خاص، تولید آفتابگردان در کشور باید افزایش یابد. به‌دلیل وجود محصولات رقیب و محدودیت اراضی زراعی، یک از راه‌حل‌های موثر در افزایش تولید آفتابگردان، افزایش عملکرد در واحد سطح با کشت ژنوتیپ‌های پرمحصول خواهد بود. بنابراین به‌نژادگران آفتابگردان باید به دنبال اصلاح و تولید ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا باشند. اگرچه عملکرد مهمترین معیار گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب است، ولی وراثت پیچیده و برهم‌کنش ژنوتیپ و محیط، کارایی آن را در برنامه‌های اصلاحی محدود ساخته است (۱۰). عملکرد دانه در آفتابگردان ناشی از اثرات تجمعی اجزای متشکله و برهمکنش آن‌ها می‌باشد. بنابراین ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های آفتابگردان باید بر مبنای مجموعه‌ای از صفات و اجزای عملکرد صورت گیرد.

ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از مجموعه‌ای از صفات، احتمال پیدا کردن ژنوتیپ‌های ایده‌آل را افزایش می‌دهد. شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (Selection index of ideal genotype; SIIG) یکی از روش‌های آماری چند متغیره است که بر اساس مجموعه‌ای از صفات یا شاخص‌های مختلف، ژنوتیپ‌های مطلوب را شناسایی می‌کند (۲۵،۲۷). 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 واحد درآمده، رتبه‌بندی شده 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 (۱۵). از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) در کلزا (۱،۲۵،۲۶)، گندم دوروم (۱۶)، گندم نان (۲۲) و جو (۲۴) 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

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]

تغییرات کل داده‌ها و شناسایی صفات موثر بر عملکرد مورد استفاده قرار می‌گیرد. تشخیص صفات موثر 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 (۱۲)، کنجد (۱۷)، 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. با توجه به بررسی منابع تاکنون مطالعه‌ای در مورد بررسی تنوع ژنتیکی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ مجموعه‌ای از صفات در آفتابگردان با استفاده از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) در ایران و دنیا انجام نشده است. بنابراین این تحقیق به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر آفتابگردان بر اساس عملکرد و صفات زراعی و همچنین تعیین روابط بین صفات با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره (شاخص SIIG و تجزیه به عامل‌ها) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ارتفاع ۵ متر از سطح دریا انجام گرفت. در این مطالعه تعداد ۲۴ هیبرید جدید آفتابگردان به‌همراه رقم گلسا به‌عنوان شاهد که از موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بودند (جدول ۱) در قالب طرح لاتیس ساده (۵×۵) با دو تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای انجام عملیات خاک‌ورزی از گاوآهن برگرداندار سه خیش به‌همراه دو بار عملیات دیسک‌زنی برای از بین بردن کلوخه‌های سطحی خاک استفاده شد. کودهای مورد نیاز خاک، شامل نیتروژن (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره)، پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم پتاس خالص در هکتار از منبع سولفات پتاسیم) و فسفر (۲۰۰ کیلوگرم فسفر خالص در هکتار از منبع فسفات آمونیوم) به خاک مزرعه اضافه گردید. تمام کود سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم و یک سوم کود ازته در زمان تهیه زمین و بقیه کود اوره طی دو نوبت یکی بعد از سبز شدن و دیگری در مرحله قبل از غنچه‌دهی پخش گردید. در زمان کشت با فاروئر جوی و پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتیمتر از هم ایجاد گردید. در تاریخ ۳۱ اردیبهشت سال ۱۳۹۹ عملیات کاشت انجام شد. هر کرت شامل ۳ خط کشت به طول ۳ متر در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت دستی و با قرار دادن ۳ عدد بذر در هر کپه و به فواصل ۲۵ سانتیمتر از هم انجام گردید. آبیاری به نحوی بود که یک روز بعد از کشت آبیاری انجام و آبیاری‌های بعدی با توجه به نیاز گیاه صورت گرفت. تنک کردن بوته‌ها بعد از سبز شدن و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی در دو مرحله انجام گرفت.

در این آزمایش صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و عملکرد و اجزای عملکرد شامل ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از سطح زمین، قطر ساقه، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ، طول دمبرگ، روز تا غنچه‌دهی، روز تا گلدهی، روز تا پایان گلدهی، روز تا رسیدگی، طول دانه، عرض دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف–سیمروف (Kolmogorov-Smirnov) با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 (۲۱) مورد ارزیابی قرار گرفتند. سپس به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های برتر بر اساس همه صفات مورد مطالعه، از شاخص SIIG (۲۵،۲۷) 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.

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

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

تبدیل ماتریس داده‌ها به یک ماتریس نرمال

از رابطه زیر برای نرمال کردن داده‌ها استفاده می‌شود:

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

ماتریس R به‌صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود:

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

پیدا کردن ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ ضعیف

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

محاسبه فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل و ژنوتیپ ضعیف

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

$$d_i^+=\sum_{j=1}^{m}\left(r_{ij}-r_j^+\right)^2 \qquad (۴)$$
$$i=1,\dots,n$$

$$d_i^-=\sum_{j=1}^{m}\left(r_{ij}-r_j^-\right)^2 \qquad (۵)$$
$$i=1,\dots,n$$

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]

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:

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

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 (۲۵،۲۷). 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 (۲۵،۲۷). بـه‌طـور خلاصه، ژنوتیپ ایده‌آل از مجموع مقادیر ایده‌آل هر یک از صفات به‌دست می‌آید، درحالیکه ژنوتیپ ضعیف از مجموع مقادیر ضعیف هریک 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 ارتفاع بوته، مقدار ایده‌آل برابر کمترین مقدار ارتفاع بوته برای ژنوتیپ‌ها و مقـدار ضعیف برابر بـا بیشترین مقدار ارتفاع بوته 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 (۱۸) و SPSS ver 19 (۲۱) استفاده شد.

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

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

شماره	نام/شجره	شماره	نام/شجره
G۱	RGK15×AGK32	G۱۴	RGK24×AGK2
G۲	RGK15×AGK2	G۱۵	R60×AF196
G۳	RGK15×AGK222	G۱۶	RO54×AO67
G۴	RGK24×AGK58	G۱۷	RO54×AO60
G۵	RGK3×AGK110	G۱۸	RO53×AO67
G۶	RF81-65×AGK38	G۱۹	RO53×AO35
G۷	RF81-65×AGK110	G۲۰	RO53×AO36
G۸	RF81-65×AGK222	G۲۱	RO53×AO42
G۹	RF81-65×AGK370	G۲۲	RGK15×AO67
G۱۰	RGK60×AGK358	G۲۳	RN1-73×AO42
G۱۱	RGK131×AGK370	G۲۴	RO54×AO36
G۱۲	RN1-73×AGK110	G۲۵	گلسا (شاهد)
G۱۳	RN1-73×AF81-222		

نتایج و بحث

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 ۱۷ صفت (به جزء عملکرد دانه) شامل ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از سطح زمین، قطر ساقه، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ، طول دمبرگ، روز تا غنچه‌دهی، روز تا گلدهی، روز تا پایان گلدهی، روز تا رسیدگی، طول دانه، عرض دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه محاسبه شد (جدول ۲). در محاسبه شاخص SIIG فرض بر این بود که ژنوتیپ‌هایی با بیشترین قطر ساقه، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ، طول دمبرگ، طول دانه، عرض دانه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه و کمترین مقدار ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از سطح زمین، روز تا غنچه‌دهی، روز تا گلدهی، روز تا پایان گلدهی و روز تا رسیدگی ایده‌آل می‌باشند. در واقع با استفاده از شاخص SIIG، صفات مذکور ادغام شده و به‌صورت 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 تغییر می‌باشد، هرچه مقدار SIIG برای ژنوتیپی به یک نزدیک باشد آن ژنوتیپ از نظر بیشتر صفات مورد بررسی از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار می‌باشد و هرچه 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 به‌منظور انتخاب ایده‌آل‌ترین ژنوتیپ(ها) از بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌کار می‌رود و با استفاده از این شاخص محقق

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]

تصمیم نهایی را در انتخاب بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد مطالعه می‌گیرد (۲۵،۲۷). بر اساس شاخص SIIG، ژنوتیپ‌های G5، G10، G2، G12، G3 و G19 با مقدار SIIG بیشتر (به‌ترتیب ۰/۷۴۷، ۰/۶۸۹، ۰/۶۶۰، ۰/۶۴۱، ۰/۶۴۰ و ۰/۵۷۲) جزء ژنوتیپ‌های برتر بودند (جدول ۲). از طرفی ژنوتیپ‌های G23، G15، G24، G25 و G18 با مقدار SIIG کمتر (به ترتیب ۰/۲۳۳، ۰/۲۶۴، ۰/۲۷۷، ۰/۲۷۸ و۰/۲۸۵) جزء ژنوتیپ‌های ضعیف از نظر اکثریت صفات مورد بررسی بودند (جدول ۲).

به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌هایی که هم از نظر صفات زراعی و هم عملکرد دانه در وضعیت مطلوبی باشند، از نمودار دوبعدی (شکل ۱) استفاده شد. با توجه به نتایج نمودار دوبعدی، ژنوتیپ‌های G5، G19، G2، G10، G3، G9 و G11 با داشتن مقدار SIIG بالا و همچنین عملکرد دانه بالاتر از میانگین کل، جزء ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی بودند. از طرفی دیگر ژنوتیپ‌های G24، G23، G25، G15، G7،G8 و G18 با مقدار SIIG پایین و همچنین عملکرد دانه کمتر از میانگین کل، به‌عنوان ژنوتیپ‌های ضعیف از از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی شناسایی شدند (شکل ۱). در تحقیقی دیگر زالی و براتی (۲۴) از شاخص SIIG به‌منظور ادغام صفات زراعی در جو استفاده نمودند و بیان داشتند که شاخص SIIG یک روش ترکیبی جدید و کارا در انتخاب موثرتر ژنوتیپ‌های مطلوب می‌باشد. عبدالهی حصار و همکاران (۱) صفات زراعی مختلف کلزا را با استفاده از شاخص SIIG را ادغام نموده و گزارش کردند که شاخص SIIG با ادغام صفات مختلف، انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب را موثرتر انجام می‌دهد. زالی و همکاران (۲۵) نیز از شاخص SIIG به‌منظور ادغام روش‌های مختلف تجزیه پایداری کلزا استفاده کردند و بیان نمودند که شاخص SIIG روشی مناسب به‌منظور ادغام صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و همچنین سایر روش‌های تجزیه پایداری می‌باشد. شاخص SIIG به‌منظور به‌منظور انتخاب ارقام و لاین‌های پایدار از نظر آماره‌های مختلف پایداری در گندم دوروم (۱۶) نیز مورد استفاده قرار گرفته است.

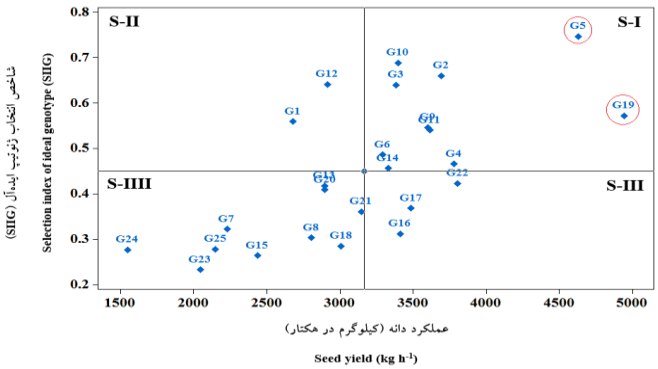
جدول ۲- شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل آفتابگردان بر مبنای همه صفات مورد مطالعه و فواصل از ژنوتیپ مطلوب (+d)، ژنوتیپ نامطلوب (-d) و عملکرد دانه

Table 2. Selection index of ideal sunflower genotype based on all studied traits and distance from ideal genotype (d+), non-ideal genotype (d-) and seed yield

نام ژنوتیپ	d+	d-	شاخص SIIG	عملکرد دانه
G۱	۰/۲۲۴	۰/۲۸۵	۰/۵۵۹	۲۶۷۸
G۲	۰/۱۸۴	۰/۳۵۷	۰/۶۶۰	۳۶۹۴
G۳	۰/۱۸۶	۰/۳۳۲	۰/۶۴۰	۳۳۸۳
G۴	۰/۲۶۸	۰/۲۳۵	۰/۴۶۶	۳۷۷۹
G۵	۰/۱۳۰	۰/۳۸۲	۰/۷۴۷	۴۶۳۱
G۶	۰/۲۴۶	۰/۲۳۳	۰/۴۸۶	۳۲۹۰
G۷	۰/۳۴۲	۰/۱۶۳	۰/۳۲۲	۲۲۲۷
G۸	۰/۳۵۲	۰/۱۵۳	۰/۳۰۳	۲۸۰۳
G۹	۰/۲۲۱	۰/۲۶۶	۰/۵۴۶	۳۵۹۹
G۱۰	۰/۱۶۵	۰/۳۶۵	۰/۶۸۹	۳۳۹۶
G۱۱	۰/۲۲۴	۰/۲۶۳	۰/۵۴۰	۳۶۱۳
G۱۲	۰/۱۸۷	۰/۳۳۳	۰/۶۴۱	۲۹۱۳
G۱۳	۰/۲۸۲	۰/۲۰۳	۰/۴۱۸	۲۸۹۵
G۱۴	۰/۲۶۶	۰/۲۲۲	۰/۴۵۶	۳۳۲۹
G۱۵	۰/۳۶۱	۰/۱۳۰	۰/۲۶۴	۲۴۳۵
G۱۶	۰/۳۶۶	۰/۱۶۶	۰/۳۱۲	۳۴۱۱
G۱۷	۰/۳۵۵	۰/۱۹۵	۰/۳۶۸	۳۴۸۶
G۱۸	۰/۳۷۱	۰/۱۴۸	۰/۲۸۵	۳۰۰۷
G۱۹	۰/۲۲۴	۰/۲۹۹	۰/۵۷۲	۴۹۴۲
G۲۰	۰/۲۸۴	۰/۱۹۶	۰/۴۰۹	۲۸۹۷
G۲۱	۰/۳۲۰	۰/۱۸۱	۰/۳۶۱	۳۱۴۴
G۲۲	۰/۲۸۹	۰/۲۱۲	۰/۴۲۳	۳۸۰۵
G۲۳	۰/۳۷۰	۰/۱۱۳	۰/۲۳۳	۲۰۴۵
G۲۴	۰/۳۵۵	۰/۱۳۶	۰/۲۷۷	۱۵۴۸
G۲۵	۰/۳۴۰	۰/۱۳۱	۰/۲۷۸	۲۱۴۸
میانگین			۰/۴۵۰	۳۱۶۴

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]



شکل ۱- نمودار دوبعدی پراکنش ۲۵ ژنوتیپ آفتابگردان بر اساس عملکرد دانه و روش SIIG

Figure 1. Two-dimensional graph of distribution of 25 sunflower genotypes based on seed yield and SIIG method

تجزیه به عامل‌ها

در این مطالعه ۱۸ صفت اندازه‌گیری شده، برای تجزیه به عامل‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. لازم به یادآوری است که مقادیر KMO 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 چهار عامل مشخص شد. این عامل‌ها مجموعاً توانستند ۷۷/۸۷ درصد از تنوع کل داده‌ها را توجیه نمایند (جدول ۳). سهم عامل‌های اول تا چهارم به‌ترتیب برابر ۳۱/۴۸، ۲۴/۹۴، ۱۴/۹۰ و ۶/۵۴ درصد برآورد گردید (جدول ۳). عامل اول که بیشترین میزان از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود (۳۱/۴۸ درصد)، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از سطح زمین، تعداد برگ، روز تا غنچه‌دهی، روز تا گلدهی، روز تا پایان گلدهی و روز تا رسیدگی می‌باشد که این عامل را می‌توان به‌عنوان عامل موثر بر ارتفاع بوته و خصوصیات رسیدگی نامگذاری کرد. انتخاب بر اساس این عامل منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با ارتفاع بلند و طول دوره رسیدگی بیشتر می‌شود. ارتباط مثبت بین صفات فنولوژیک (روز تا غنچه‌دهی، روز تا گلدهی، روز تا پایان گلدهی و روز تا رسیدگی) و صفات ارتفاع بوته و ارتفاع طبق از سطح زمین نشان می‌دهد که بوته‌های بلندتر طول دوره رویشی بیشتری داشته‌اند، که در توافق با گزارش ابوالقاسمی و همکاران (۲)، ضیائی فرد و درویش‌زاده (۲۹) و سینگ و چندر (۲۰) است. در پژوهش دیگری روی آفتابگردان گزارش شده است که ژنوتیپ‌هایی که طول دوره رویشی بیشتری دارند عمدتاً بلندتر از بقیه ژنوتیپ‌ها می‌شوند، چراکه طویل شدن بوته‌ها تا زمان گلدهی ادامه می‌یابد (۸). عامل دوم که ۲۴/۹۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات طول برگ، عرض برگ و طول دمبرگ می‌باشد که این عامل را می‌توان به‌عنوان عامل موثر بر فتوسنتز و ذخیره مواد غذایی مورد نیاز گیاه نام‌گذاری کرد (جدول ۳). عامل سوم که ۱۴/۹۰ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات طول دانه، عرض دانه و وزن هزاردانه می‌باشد که این فاکتورها را می‌توان به عنوان عامل موثر بر عملکرد اقتصادی نامگذاری نمود.

جدول ۳- ضرایب عاملی در تجزیه به عامل‌ها به روش مؤلفه‌های اصلی و دوران واریماکس

Table 3. Factor coefficients in factor analysis using principal components and varimax rotation

صفات	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم
ارتفاع بوته	۰/۸۲	-۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۵
ارتفاع طبق از سطح زمین	۰/۷۳	-۰/۳۸	۰/۲۵	-۰/۱۵
قطر ساقه	۰/۴۶	۰/۴۳	-۰/۲۱	۰/۵۰
طول برگ	۰/۰۳	۰/۹۲	-۰/۱۲	۰/۱۷
عرض برگ	۰/۰۴	۰/۹۳	-۰/۱۱	۰/۲۱
تعداد برگ	۰/۵۲	-۰/۴۹	۰/۰۲	۰/۰۲
طول دمبرگ	۰/۱۰	۰/۹۶	-۰/۱۲	۰/۱۳
روز تا غنچه‌دهی	۰/۸۷	-۰/۰۶	-۰/۳۲	۰/۰۹
روز تا گلدهی	۰/۹۴	۰/۰۹	-۰/۱۰	۰/۰۰
روز تا پایان گلدهی	۰/۸۹	۰/۲۸	-۰/۱۴	۰/۱۹
روز تا رسیدگی	۰/۹۰	۰/۲۳	-۰/۱۵	-۰/۰۲
طول دانه	-۰/۱۸	-۰/۰۹	۰/۸۷	-۰/۱۷
عرض دانه	۰/۰۵	-۰/۰۶	۰/۷۹	۰/۲۷
قطر طبق	-۰/۱۴	۰/۵۴	۰/۳۷	۰/۶۰
تعداد دانه در طبق	۰/۲۰	۰/۱۷	-۰/۲۷	۰/۷۸
وزن هزاردانه	-۰/۲۰	۰/۱۵	۰/۵۹	۰/۵۳
عملکرد دانه	۰/۰۴	۰/۱۸	۰/۲۶	۰/۸۹
مقادیر ویژه	۵/۶۷	۴/۴۹	۲/۶۸	۱/۱۸
واریانس (درصد)	۳۱/۴۸	۲۴/۹۴	۱۴/۹۰	۶/۵۴
واریانس تجمعی (درصد)	۳۱/۴۸	۵۶/۴۲	۷۱/۳۳	۷۷/۸۷

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]

عامل چهارم که ۶/۵۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمود، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات قطر ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه می‌باشد (جدول ۳)، که این فاکتورها را می‌توان عوامل موثر بر عملکرد دانه نامگذاری نمود، این ضرایب نشانگر آن است که ژنوتیپ‌های برخوردار از مقادیر بالای عامل چهارم، دارای عملکرد بیشتری هستند. انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس افزایش عامل اول می‌تواند منجر به افزایش عملکرد در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردد. ارتباط مثبت قطر ساقه با عملکرد دانه نشان‌گر آن است که با افزایش قطر ساقه، عملکرد دانه افزایش داشته می‌یابد. با توجه به آن که قطر ساقه اندام ذخیره‌کننده مواد موردنیاز آفتابگردان می‌باشد، هر چه قدر قطر ساقه بیشتر باشد مواد غذایی کافی از طریق ساقه به اندام‌های هوایی و دانه رسیده و موجب خواهد شد که تعداد دانه‌های پر افزایش یابد (۲۸)، بنابراین ارتباط مثبت این صفت با عملکرد دانه، دور از انتظار نیست و این نشان می‌دهد که برای داشتن عملکرد دانه بالا، به گیاهانی تنومند و با قدرت رویشی مناسب، احتیاج است. ارتباط مثبتی بین قطر طبق و عملکرد دانه نیز مشاهده شد (جدول ۳). قطر طبق از عوامل موثر بر عملکرد دانه در آفتابگردان محسوب می‌شود. افزایش قطر طبق می‌تواند منجر به افزایش تعداد دانه‌های تشکیل شده در طبق و در نتیجه افزایش عملکرد گردد. بارایا و همکاران (۶) در آزمایش خود همبستگی مثبتی را بین قطر طبق با تعداد دانه در طبق و عملکرد دانه مشاهده کردند که موافق با نتایج پژوهش حاضر بود. سینسیک و گونسوک (۱۹) نیز همبستگی مثبت و بسیار قوی را بین قطر طبق و عملکرد دانه گزارش دادند و بیان کردند که در گزینش ژنوتیپ‌های آفتابگردان می‌توان گزینش را بر مبنای صفت قطر طبق انجام داد. همچنین نتایج نشان داد که بین عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق ارتباط مثبتی وجود داشت (جدول ۳). صفت تعداد دانه در طبق از اجزای عملکرد آفتابگردان 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 باشد. مقدسی و همکاران (۱۴) نیز گزارش کردند که تعداد دانه در طبق از اجزای اصلی عملکرد دانه آفتابگردان به شمار می‌رود.

گزینش ژنوتیپ‌های اصلاح شده با عملکرد دانه بالا نقش مؤثری در توسعه کشت و افزایش تولید آفتابگردان دارد. از طرفی عملکرد دانه، صفت کمی پیچیده‌ای است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود. از آنجایی که این صفت به‌شدت تحت‌تأثیر محیط قرار می‌گیرد، لذا از وراثت‌پذیری پایینی برخوردار است. با توجه به وراثت‌پذیری پایین عملکرد دانه می‌توان از صفاتی که رابطه بالایی با آن دارند، در انتخاب بهتر ژنوتیپ‌های مطلوب بهره برد. عملکرد دانه از اثر تجمعی اجزای متشکله آن می‌باشد. شناسایی این اجزا و رابطه آن‌ها با عملکرد دانه در گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد مناسب حائز اهمیت است. نتایج تجزیه به عامل‌ها نشان‌دهنده ارتباط مثبت قطر ساقه، قطر طبق و تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه بود. بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌های با مقادیر بالای این صفات منجر به انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا می‌شود و صفات مذکور به‌عنوان صفات مناسب جهت گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا در آفتابگردان به‌شمار می‌روند. در توافق با پژوهش حاضر سایر محققان نیز ارتباط مثبتی را بین صفات قطر ساقه، قطر طبق و تعداد دانه در طبق با عملکرد دانه گزارش کرده‌اند و آن‌ها گزینش غیرمستقیم برای عملکرد دانه را از طریق صفات قطر ساقه، قطر طبق و تعداد دانه در طبق را موثر دانسته‌اند (۲۳،۵،۷،۱۳).

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در آفتابگردان از روش شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG) استفاده شد. نتایج نشان‌داد که این روش ابزار فوق‌العاده قوی برای انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان از لحاظ همه صفات زراعی بود. بر اساس شاخص SIIG، ژنوتیپ‌های G5، G19، G2، G10، G3، G9 و G11 با داشتن مقدار SIIG بالا و همچنین عملکرد دانه بالاتر از میانگین کل، جزء ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی بودند و می‌توان از آن‌ها برای انجام آزمایشات بیشتر از جمله آزمایشات سازگاری در مناطق گرم مرطوب استفاده نمود. علاوه بر شاخص SIIG، تجزیه به عامل‌ها در دسته‌بندی صفات و شناسایی صفات موثر بر عملکرد ژنوتیپ‌های مورد بررسی موفقیت‌آمیز عمل کرد. صفات قطر ساقه، قطر طبق و تعداد دانه در طبق از جمله صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه آفتابگردان شناخته شدند و می‌توان با گزینش و اصلاح برای این صفات، عملکرد دانه را به نحو مطلوبی افزایش داد.

منابع

1. Abdollahi Hesar, A., O. Sofalian, B. Alizadeh, A. Asghari 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. Abolghasemi, Z., R. Darvishzadeh, H. Kazemi, S. Besharat and M. Bayat. 2015. Genetic diversity of oily sunflower lines and sequential path analysis based on seed yield and agronomic characters. Modares Journal of Biotechnology, 6: 30-40 (In Persian).
3. Ahmadpour, S., R. Darvishzadeh, O. Sofalian and H. Hatamzadeh. 2019. Evaluation of yield stability of sunflower inbred lines under salt stress conditions. Journal of Crop Breeding, 11: 1-10 (In Persian).
4. Ansarifard, I., K. Mostafavi, M.R. Khosroshahli, M. Bihamta and H. Ramshini. 2020. A study on genotype–environment interaction based on GGE biplot graphical method in sunflower genotypes (*Helianthus annuus* L.). Food Science & Nutrition, 20: 1-8.
5. Arshad, M., M.A. Khan, S. Jadoon and A.S. Mohmand. 2010. Factor analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) to investigate desirable hybrids. Pakistan Journal of Botany, 42: 4393-4402.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]

6. Baraiya, V.K., P. Jagtap, J. Sangani and A. Malviya. 2018. Correlation and path analysis in sunflower (*Helianthus annus* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7: 2730-2732.
7. Behradfar, A., A.H. Gorttapeh, M.R. Zardashty and F. Talat. 2009. Evaluation correlated traits for seed and oil yield in sunflower (*Helianthus annuus* L.) through path analysis in under condition relay cropping. Research Journal of Biological Sciences, 4: 82-85.
8. Bert, P.F., I. Jouan, D.T. De Labrouhe, F. Serre, J. Philippon, P. Nicolas and F. Vear. 2003. Comparative genetic analysis of quantitative traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 2. Characterisation of QTL involved in developmental and agronomic traits. Theoretical and Applied Genetics, 107: 181-189.
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. 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.
12. Leilah, A. and S. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments, 61: 483-496.
13. Machikowa, T. and C. Saetang. 2008. Correlation and path coefficient analysis on seed yield in sunflower. Suranaree Journal of Science and Technology, 15: 243-248.
14. Moghadasi, M., H. Mazaherilaghab and M. Kakaei. 2014. Evaluation of oil genotypes of sunflower (*Helianthus annuus*) based on different traits and their relationships. Seed and Plant Journal, 30: 585-604 (In Persian).
15. 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).
16. 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).
17. 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.
18. SAS, Inc. 2011. Base SAS 9.1 procedures guide. SAS Institute Inc, Cary.
19. Sincik, M. and A.T. Goksoy. 2014. Investigation of correlation between traits and path analysis of confectionary sunflower genotypes. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 42: 227-231.
20. Singh, V.K. and S. Chander. 2018. Correlation analysis for seed yield and its component traits in sunflower. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7: 2299-2301.
21. SPSS, Inc. 2010. SPSS 20. Cary, NC: SPSS Institute Inc. Chicago, USA.
22. 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).
23. Zabet, M., A.P.P. Breeding, A.R. Samadzadeh and A. Shorvarzi. 2016. Selection of the most effective traits on yield of sunflower under normal irrigation and drought stress conditions in Birjand region. Environmental Stresses in Crop Sciences, 8: 217-231 (In Persian).
24. 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).
25. 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).
26. 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).
27. 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.
28. Zeinalzadeh-Tabrizi, H. and M. Ghaffari. 2002. Regression and path analysis of oil and seed yield in sunflower single cross hybrids (*Helianthus annuus* L.). Journal of Research in Crop Sciences, 2(6): 41-54 (In Persian).
29. Ziaeifard, R. and R. Darvishzadeh. 2016. Association mapping and sequential path model for studying interrelationships among yield and related characters in confectionery sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Crop Breeding, 8: 162-153 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]

Use of Selection Index of Ideal Genotype (SIIG) in Order to Select New High Yielding Sunflower Hybrids with Desirable Agronomic Characteristics

Amir Gholizadeh[1], Mehdi Ghaffari[2] and Farnaz Shariati[2]

1- Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran (Corresponding author: a.gholizadeh@areeo.ac.ir(

2- Associate Professor, Oil Crops Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

3- Assistant Professor, Oil Crops Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

Received: February 3, 2021 Accepted: June 5, 2021

Abstract

Production of high yielding hybrid cultivars is the main objectives of breeding programs in sunflower. Therefore, the selection of high yielding hybrids is essential in this plant. In this regard, 24 new sunflower hybrids and Golsa cultivar were evaluated in a simple lattice design with two replications in the Gorgan Agricultural Research Station during 2020 cropping season. In this study, the selection index of ideal genotype (SIIG) and factor analysis was used to select new sunflower hybrids and finding interrelationships among them. Based on the SIIG index, the genotypes G5, G10, G2, G12, G3 and G19 with the highest SIIG values (0.747, 0.689, 0.660, 0.641, 0.640 and 0.572, respectively) were the best genotypes. On the other hand, G23, G15, G24, G25 and G18 genotypes with the least amount of SIIG value (0.233, 0.264, 0.277, 0.278 and 0.285, respectively) were the weakest genotypes for most studied traits. The genotypes of G5, G19, G2, G10, G3, G9 and G11 with high SIIG value and higher seed yield that total average were recognized as superior genotypes from the point of yield and other agronomic traits. Therefore, these genotypes can be used for further testing, including adaptation tests in warm wet areas. Also, the results of factor analysis indicated a positive relationship between stem diameters, head diameter and seed number per head with seed yield. Generally, it can be concluded that traits of stem diameter, head diameter and seed number per head could be used as suitable criteria in selecting for increased seed yield in sunflower breeding programs.

Keywords: Factor analysis, Seed yield, Selection index of ideal genotype (SIIG), Sunflower

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-06-24]

[DOI: 10.52547/jcb.13.38.116]