

گزینش همزمان برای عملکرد دانه و سایر صفات زراعی در آفتابگردان

امیر قلی‌زاده^{۱*} و مهدی غفاری^۲

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۹)

چکیده

انتخاب ژنوتیپ‌های پرمحصول در آفتابگردان از اهمیت بالایی برخوردار است. در این راستا تعداد ۲۴ هیبرید جدید آفتابگردان به همراه 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 به منظور مطالعه روابط میان صفات مختلف و گزینش هیبریدهای جدید آفتابگردان بر اساس ترکیبات عملکرد-صفت از روش جدید بای‌پلات ژنوتیپ در عملکرد × صفت (GYT) استفاده شد. نتایج نمایش چندضلعی بای‌پلات GYT نشان داد که ژنوتیپ G19 در ترکیب قطر ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، زودرسی و تعداد برگ با عملکرد دانه، بهترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ G5 نیز در ترکیب ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از سطح زمین، طول برگ، عرض برگ و طول دم‌برگ با عملکرد دانه، ژنوتیپ برتر بود. بر اساس نمایش مختصات تستر متوسط (ATC) بای‌پلات GYT، ژنوتیپ‌های G5 و G19 به‌عنوان بهترین و ژنوتیپ‌های G24، G23 و G25 به‌عنوان ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه ترکیبات مثبت عملکرد-صفت شناخته شدند. با توجه به نتایج، همبستگی مثبت معنی‌داری بین صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و زودرسی در ترکیب با عملکرد دانه مشاهده شد. همچنین این صفات از وراثت‌پذیری عمومی بالایی برخوردار بودند. بنابراین به‌نظر می‌رسد که صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و زودرسی می‌توانند به‌عنوان معیارهای مناسب برای انتخاب برای افزایش عملکرد دانه در آفتابگردان مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات ژنوتیپ در عملکرد × صفت، شاخص GYT، همبستگی، هیبرید

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

۲. دانشیار بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: a.gholizadeh@areeo.ac.ir

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات مهم‌ترین منابع تأمین انرژی هستند. آفتابگردان زراعی با نام علمی (*Helianthus annuus* L.) یکی از دانه‌های روغنی است که از نظر سطح زیر کشت پس از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی قرار دارد (۵). با توجه به نیاز روزافزون کشور به روغن خوراکی از طریق افزایش تولید محصولات دانه روغنی، لزوم دستیابی به ارقام با پتانسیل تولید عملکرد بالا اجتناب‌ناپذیر است. انتخاب ارقام با عملکرد بالا به علت وراثت‌پذیری پایین عملکرد و وجود برهم‌کنش ژنوتیپ \times محیط پیچیده و مشکل است (۱۱ و ۲۶). از این رو متخصصین اصلاح نباتات معمولاً انتخاب به‌طور غیرمستقیم و با استفاده از صفات مرتبط با عملکرد را ترجیح می‌دهند (۲۱). صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد توارث‌پذیری نسبتاً بالایی دارند، بنابراین گزینش بر اساس این صفات نیز ممکن است راه مطمئن و سریعی برای غربال کردن جوامع گیاهی و بهبود عملکرد باشد (۱۱). جعفری و میرزاپور (۱۳) گزارش کردند که تعداد دانه در طبق از وراثت‌پذیری بالایی در آفتابگردان برخوردار است و انتخاب از طریق تعداد دانه می‌تواند از کارایی بیشتری در برنامه‌های اصلاحی برخوردار باشد. در مطالعه دیگری گزارش شده است که صفات قطر طبق، قطر ساقه، ارتفاع بوته و وزن صد دانه به‌دلیل تنوع ژنتیکی بالا و همبستگی قوی با عملکرد دانه و از سویی با وراثت‌پذیری بالا می‌توانند به‌عنوان صفات مناسب در گزینش ژنوتیپ‌های آفتابگردان مورد استفاده قرار گیرند (۴). همچنین تبریزی و نندطاهری و همکاران (۲۷) بیان کردند که صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه مهم‌ترین اجزای عملکرد آفتابگردان هستند و با توجه به وراثت‌پذیری بالایی که دارند می‌توانند به‌عنوان شاخص‌های گزینش برای بهبود عملکرد دانه استفاده شوند.

روش‌های مختلفی برای بررسی روابط بین صفات مختلف وجود دارد ولی اخیراً یان و فریگیورید (۲۹)، روش GYT بای‌پلات را ارائه کرده‌اند که بررسی بهتری از وضعیت ژنوتیپ‌ها و صفات ارائه می‌کند. روش GYT بای‌پلات ابزاری

قدرتمند برای ارزیابی و شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب از لحاظ چند صفت است. بنابراین از ژنوتیپ‌های شناسایی شده می‌توان به‌عنوان والد در برنامه‌های اصلاحی و یا به‌طور مستقیم برای تولید ارقام تجاری استفاده کرد. همچنین تجزیه GYT، همبستگی بین صفات را به‌صورت تصویری نمایش می‌دهد و ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس چندین صفت را میسر می‌سازد. در بای‌پلات GYT، ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر ترکیبات عملکرد-صفت رتبه‌بندی و نقاط ضعف و قوت ژنوتیپ‌ها و حتی شباهت و عدم شباهت آنها از نظر صفات مختلف مشخص می‌شوند (۲۲). در این روش ژنوتیپی را برتر می‌نامند که از نظر ترکیب عملکرد با سایر صفات برتری داشته باشد. به عبارت دیگر می‌توان گفت که عملکرد مهم‌ترین صفت است و سایر صفات (صفات زراعی، صفات کیفی و مقاومت به بیماری‌ها) فقط زمانی ارزشمند هستند که با عملکرد بالا همراه باشند. برای مثال، ژنوتیپی با مقاومت به خوابیدگی خیلی خوب و عملکرد خیلی پایین، نمی‌تواند در برنامه معرفی رقم قرار گیرد (۲۹). از روش GYT بای‌پلات در یولاف (۲۹)، گندم دوروم (۱۵) و (۲۰)، کنجد (۹)، گندم نان (۱ و ۲۲) و گاوآنه (۱۰) برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها و صفات استفاده شده است. در پژوهشی مقدسی و همکاران (۱۹) گزارش کردند که صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه ۸۴ درصد تغییرات عملکرد دانه آفتابگردان را توجیه کردند و همبستگی معنی‌داری را با عملکرد دانه نشان دادند. در پژوهش‌های دیگری نیز ارتباط مثبت و بالا بین صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و قطر ساقه با عملکرد دانه گزارش شده است (۷ و ۳۱). سینسیک و گوکسوی (۲۵) 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.

با توجه به بررسی منابع تاکنون مطالعه‌ای در مورد بررسی روابط میان صفات و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ چند صفت با استفاده از روش GYT بای‌پلات در آفتابگردان انجام

نشده است. بنابراین هدف از این مطالعه انتخاب ژنوتیپ‌های برتر آفتابگردان بر اساس ترکیب صفات زراعی با عملکرد دانه و بررسی روابط بین ترکیبات عملکرد- صفت با استفاده از روش GYT بای پلات است.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه تعداد ۲۴ هیبرید جدید آفتابگردان به همراه رقم گل‌سا 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. 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. قبل از اجرای آزمایش، از عمق‌های مختلف خاک محل آزمایش، نمونه‌برداری مرکب انجام گرفت و ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شدند (جدول ۲). برای انجام عملیات خاکورزی از گاواهن برگرداندار سه خیش به همراه دو بار عملیات دیسک‌زنی برای از بین بردن کلوخه‌های سطحی خاک استفاده شد. کودهای مورد نیاز خاک، شامل نیتروژن (۲۵۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از منبع اوره)، پتاسیم (۲۰۰ 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 شدند. تمام کود سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم و یک سوم کود ازته موقع تهیه زمین و بقیه کود اوره طی دو نوبت یکی بعد از سبز شدن و دیگری در مرحله قبل از غنچه‌دهی پخش شد. در زمان کشت با فاروئر جوی و پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر از هم ایجاد شد. 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 به صورت دستی و با قرار دادن ۳ عدد بذر در هر کپه و به فواصل ۲۵ سانتی‌متر از هم انجام شد. آبیاری به نحوی بود که یک روز بعد از کشت آبیاری انجام و آبیاری‌های بعدی با

تجزیه و تحلیل آماری

از آنجایی که صفات مورد بررسی دارای واحدها و مقیاس‌های متفاوتی بودند، بنابراین در ابتدا استانداردسازی داده‌ها جهت از بین بردن واحدها با استفاده از رابطه (۱) صورت گرفت.

$$P_{ij} = \frac{T_{ij} - \bar{T}_j}{S_j} \quad (1)$$

در رابطه فوق، P_{ij} عدد استاندارد شده ژنوتیپ i برای ترکیب عملکرد- صفت j ، T_{ij} داده اولیه ژنوتیپ i برای ترکیب عملکرد- صفت j ، \bar{T}_j میانگین همه ژنوتیپ‌ها برای ترکیب عملکرد- صفت j و S_j انحراف معیار ترکیب عملکرد- صفت j در همه ژنوتیپ‌ها است. در ادامه به منظور مطالعه روابط بین صفات مختلف و مقایسه ژنوتیپ‌ها از روش GYT بای پلات استفاده شد که در این روش ترسیم بای پلات بر اساس دو مولفه اصلی اول و دوم صورت گرفت. مدل آماری این روش بر اساس رابطه زیر است (۲۹).

$$P_{ij} = (d\lambda_1^\alpha \zeta_{i1}) (\lambda_1^{1-\alpha} \tau_{1j} / d) + (d\lambda_2^\alpha \zeta_{i2}) (\lambda_2^{1-\alpha} \tau_{2j} / d) + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

در رابطه بالا ζ_{i1} و ζ_{i2} به ترتیب مقادیر ویژه مؤلفه‌های اصلی اول و دوم (PC1 و PC2) برای ژنوتیپ i ، τ_{1j} و τ_{2j} به ترتیب مقادیر ویژه PC1 و PC2 برای ترکیب عملکرد- صفت j ، λ_1 و λ_2 به ترتیب مقادیر منفرد مؤلفه‌های اصلی اول و دوم، ε_{ij} آثار باقیمانده مدل، α فاکتور تقسیم‌بندی مقادیر منفرد، زمانی که $\alpha = 1$ (برای مثال SVD=1 در GGEBiplot)، بای پلات بر

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

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
G۱۳	RN1-73×AF81-222		

جدول ۲. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

مشخصات خاک	عمق نمونه برداری (سانتی متر)		
	۶۰-۴۰	۴۰-۲۰	۲۰-۰
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۴۲	۱/۲۷	۱/۳۵
اسیدیته	۷/۳	۷/۳	۷/۲
کربن آلی (درصد)	۰/۶	۱/۱	۱/۵
نیترژن کل (درصد)	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۱۵
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲	۴/۸	۸/۶
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۰۸	۲۲۰	۳۳۳
رس (درصد)	۳۴	۳۰	۲۸
سیلت (درصد)	۵۲	۵۲	۵۴
شن (درصد)	۱۴	۱۸	۱۸

طوری انتخاب شده است که طول بلندترین بردار در بین ژنوتیپ‌ها با طول آن در بین ترکیب عملکرد- صفت برابر باشد. بای‌پلات GYT، با نمایش $d\lambda_{11}^{\alpha}k_{11}^{\alpha}$ در مقابل $d\lambda_{12}^{\alpha}k_{12}^{\alpha}$ برای ژنوتیپ‌ها و $d\lambda_{11}^{\alpha}t_{11}^{\alpha}/d$ در مقابل $d\lambda_{21}^{\alpha}t_{21}^{\alpha}/d$ برای ترکیب عملکرد- صفت به دست آمد. در ادامه بر اساس ترکیب

ژنوتیپ‌ها متمرکز شده و برای مقایسه ژنوتیپ‌ها سودمند است، در صورتی که $\alpha = 0$ (SVD=2)، بای‌پلات ترکیب عملکرد- صفت متمرکز شده و برای نمایش همبستگی بین ترکیبات عملکرد- صفت سودمند است. روابط ژنوتیپ \times ترکیب عملکرد- صفت از انتخاب α تأثیر نگرفته است. مقیاس d

همکاران (۲۷) گزارش کردند که صفت روز تا گلدهی بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی را دارا بود که در توافق با پژوهش حاضر بود.

ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از بای‌پلات GYT

نتایج حاصل از روش بای‌پلات ژنوتیپ در عملکرد \times صفت (GYT) نشان داد که دو مؤلفه اصلی اول و دوم به ترتیب ۸۰/۵ و ۸/۷ درصد و در مجموع ۸۹/۲ درصد از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توجیه کرد (شکل ۱). این درصد بالا نشان‌دهنده اعتبار بالای بای‌پلات GYT در توجیه تنوع کل داده‌ها است (۱). در میان روش‌های متعدد برای ترسیم بای‌پلات ژنوتیپ در عملکرد \times صفت (GYT)، نمایش چندضلعی کمک می‌کند که ژنوتیپ‌هایی که دارای بالاترین مقدار برای یک ترکیب عملکرد-صفت یا بیشتر ترکیبات عملکرد-صفت هستند، تشخیص داده شوند. این روش بهترین راه را برای تجسم و تشخیص الگوها و روابط بین ژنوتیپ‌ها و ترکیبات عملکرد-صفت مهیا می‌کند (۲۹). ژنوتیپ‌ها در رئوس چند ضلعی یا در داخل چند ضلعی قرار می‌گیرند. بر اساس شکل ۱ شش ژنوتیپ (ژنوتیپ‌های G1۶، G2۳، G2۴، G1۲، G5 و G1۹) در رئوس چندضلعی قرار گرفته‌اند. از آنجایی که این ژنوتیپ‌ها بیشترین فاصله را از مبدأ بای‌پلات دارند، به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها برای بعضی از ترکیبات عملکرد-صفت یا همه ترکیبات عملکرد-صفت محسوب می‌شوند. بنابراین به نظر می‌رسد که ژنوتیپ G1۹ در ترکیب عملکرد دانه با قطر ساقه ($Y \times C$)، قطر طبق ($Y \times J$)، تعداد دانه در طبق ($Y \times K$)، وزن هزار دانه ($Y \times L$)، روز تا رسیدگی ($Y \times I$) و تعداد برگ ($Y \times F$) بهترین ژنوتیپ بود (شکل ۱). این نتایج نشان داد که امکان بهبود همزمان چند صفت مهم قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و زودرسی در آفتابگردان روغنی وجود دارد. به عبارت دیگر می‌توان بیان کرد که روند برنامه‌های به‌نژادی آفتابگردان به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم انتخاب برای افزایش عملکرد دانه از طریق قطر

هر صفت و عملکرد دانه، جدول GYT طبق روش یان و فریگیورید (۲۹) محاسبه شد (جدول ۴). برای این منظور، مقادیر صفات قطر ساقه، طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ، طول دم‌برگ، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در عملکرد دانه ضرب شد و ترکیب عملکرد-صفت به‌دست آمد. همچنین برای صفات ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از سطح زمین، روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی که مقادیر پایین آنها مطلوب است، مقدار هر صفت بر عملکرد دانه تقسیم شد. در ادامه شاخص GYT هر ژنوتیپ نیز از محاسبه میانگین ترکیبات عملکرد-صفت آن بر اساس جدول GYT استاندارد شده (جدول ۴) به‌دست آمد (۳۰).

جهت برآورد وراثت‌پذیری عمومی صفات، از برنامه SAS توسعه‌یافته هالند و همکاران (۱۲) استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای آماری SAS ver 9.1 (۲۴) و GGEbiplot استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی عملکرد دانه ژنوتیپ‌های آفتابگردان مورد مطالعه نشان داد که میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از ۱۵۴۹ (برای ژنوتیپ G2۴ تا ۴۹۰۰ (G1۹) کیلوگرم در هکتار متغیر بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپ‌های G1۹ و G5 به ترتیب با میانگین ۴۹۰۰ و ۴۶۹۱ کیلوگرم در هکتار بود. از طرف دیگر ژنوتیپ‌های G2۴ و G2۳ به ترتیب با میانگین عملکرد ۱۵۴۹ و ۲۰۰۷ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را تولید کردند. نتایج برآوردهای وراثت‌پذیری عمومی نشان داد که کمترین میزان وراثت‌پذیری مربوط به عملکرد دانه (۶۶ درصد) و بیشترین آن مربوط به صفت روز تا گلدهی (۹۶ درصد) بود (جدول ۳). وراثت‌پذیری پایین‌تر عملکرد دانه در مقایسه با سایر صفات بیانگر کنترل پیچیده صفت مذکور توسط عوامل ژنتیکی و تاثیر عوامل محیطی است. بنابراین بهبود آن از طریق گزینش غیرمستقیم برای یک یا چند صفت مؤثر در عملکرد سودمند خواهد بود. در پژوهشی تبریزی و نندطاهری و

جدول ۳. میانگین صفات اندازه گیری شده در ۲۵ ژنوتیپ آفتابگردان

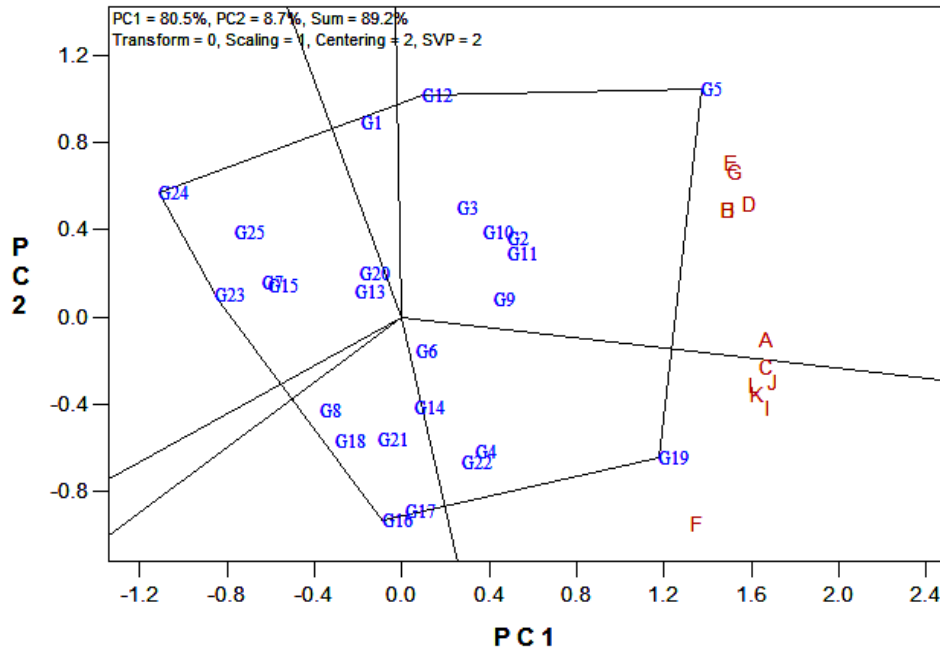
ژنوتیپ	SY (kg ha ⁻¹)	TSW (g)	SNPH	HD (cm)	DTR	DIF	PL (cm)	LN	LW (cm)	LL (cm)	SD (mm)	DGH (cm)	PH (cm)	G1
G1	۲۸۰۷	۳۸۷۰	۷۷۰/۸۸	۱۶/۰۰	۸۶/۰۰	۵۳/۰۰	۵۳/۰۰	۲۱/۰	۱۷/۸۸	۲۰/۵۰	۲۶/۶۵	۷۹/۶۰	۱۸۵/۶۰	G1
G2	۳۷۱۸	۵۸/۶۸	۹۷۵/۸۵	۱۵/۸۵	۸۸/۰۰	۵۷/۰۰	۶/۰۰	۳۳/۰۰	۱۶/۴۶	۲۲/۹۰	۲۶/۳۰	۱۳۲/۸۰	۱۹۲/۸۰	G2
G3	۳۴۱۳	۵۸/۵۳	۸۳۳/۸۰	۱۶/۸۸	۸۸/۵۰	۵۵/۰۰	۶/۲۰	۳۳/۸۰	۱۴/۴۸	۲۲/۶۰	۲۶/۸۴	۱۲۲/۹۰	۲۰۰/۸۰	G3
G4	۳۸۴۸	۵۸/۲۳	۸۷۶/۷۷	۱۶/۸۸	۸۹/۰۰	۵۹/۰۰	۲/۱۰	۲۵/۳۰	۹/۲۷	۱۴/۸۰	۲۹/۴۴	۱۲۲/۸۰	۲۰۴/۵۰	G4
G5	۳۴۹۱	۷۸/۰۰	۷۳۳/۸۸	۱۷/۲۶	۸۶/۵۰	۵۳/۵۰	۵/۶۰	۱۷/۶۰	۱۶/۰۶	۲۰/۴۳	۲۷/۵۷	۷۴/۳۰	۱۴۹/۰۰	G5
G6	۳۳۴۳	۷۰/۴۰	۸۶۲/۸۰	۱۶/۵۵	۸۷/۵۰	۵۶/۵۳	۴/۲۰	۲۲/۶۰	۸/۴۲	۱۷/۵۰	۲۲/۴۸	۱۱۳/۲۵	۲۰۸/۶۰	G6
G7	۲۱۱۶	۵۸/۲۷	۷۶۰/۸۰	۱۵/۵۰	۸۳/۰۰	۴۹/۵۰	۳/۱۴	۲۴/۶۰	۶/۱۷	۱۳/۵۳	۱۹/۳۶	۹۱/۱۳	۱۶۱/۳۵	G7
G8	۲۷۵۷	۵۴/۷۰	۷۵۲/۹۰	۱۵/۶۶	۸۵/۰۰	۵۳/۰۰	۲/۸۰	۲۶/۵۳	۴/۵۹	۱۴/۳۷	۲۲/۶۳	۱۳۲/۵۳	۱۷۹/۸۰	G8
G9	۳۵۹۳	۵۳/۱۳	۹۱۳/۲۰	۱۵/۸۸	۸۶/۰۰	۵۳/۵۰	۳/۹۵	۲۶/۸۰	۱۰/۹۷	۱۸/۴۰	۲۲/۸۱	۸۰/۴۰	۱۷۵/۴۰	G9
G10	۳۳۸۱	۶۳/۰۰	۹۱۲/۱۳	۱۷/۲۶	۸۸/۰۰	۵۸/۵۰	۶/۲۰	۲۵/۰۰	۱۶/۲۳	۲۲/۶۰	۲۸/۹۴	۱۱۹/۸۰	۲۰۳/۸۰	G10
G11	۳۶۸۴	۶۹/۲۰	۹۰۴/۶۵	۱۶/۸۸	۸۵/۵۰	۵۳/۰۰	۴/۱۰	۲۱/۸۸	۱۰/۸۸	۱۷/۴۵	۲۵/۳۵	۷۱/۷۵	۱۷۹/۳۳	G11
G12	۲۸۸۰	۶۰/۴۰	۸۲۷/۹۰	۱۷/۲۲	۸۷/۰۰	۵۵/۰۰	۵/۷۵	۲۰/۸۰	۱۴/۸۴	۲۲/۸۰	۲۵/۳۴	۷۶/۴۳	۱۷۳/۰۰	G12
G13	۲۸۶۸	۴۸/۴۰	۸۵۵/۷۰	۱۵/۸۱	۸۷/۵۰	۵۷/۵۰	۴/۶۵	۳۳/۸۳	۸/۵۴	۱۸/۸۳	۲۵/۰۷	۱۱۷/۵۳	۱۹۸/۴۸	G13
G14	۳۳۴۰	۶۱/۳۰	۸۴۷/۷۰	۱۵/۲۲	۸۸/۵۰	۵۸/۵۰	۴/۰۰	۲۶/۵۰	۱۱/۱۵	۱۶/۹۰	۲۷/۱۰	۱۳۸/۰۰	۱۹۳/۸۰	G14
G15	۲۲۳۸	۵۳/۱۳	۷۹۱/۳۳	۱۶/۸۱	۸۵/۵۰	۵۳/۵۰	۲/۷۵	۲۰/۲۳	۸/۴۴	۱۱/۷۵	۲۱/۴۷	۱۰۴/۵۳	۱۸۱/۶۳	G15
G16	۳۳۲۹	۶۰/۲۹	۶۰۰/۸۳	۱۵/۶۱	۸۷/۵۰	۵۵/۵۰	۲/۶۰	۲۸/۰۰	۵/۵۷	۱۲/۲۰	۲۴/۷۷	۱۳۶/۲۰	۱۹۵/۹۰	G16
G17	۳۳۹۹	۷۶/۲۰	۷۳۱/۹۷	۱۶/۵۳	۸۶/۵۰	۵۶/۰۰	۲/۸۰	۲۶/۵۰	۶/۴۶	۱۴/۴۰	۲۰/۲۴	۱۳۹/۵۰	۱۹۵/۴۰	G17
G18	۲۹۲۶	۵۵/۶۰	۸۰۸/۸۰	۱۴/۸۹	۸۷/۰۰	۵۵/۵۰	۲/۷۷	۲۴/۸۳	۴/۸۱	۱۱/۵۴	۲۶/۲۲	۱۳۰/۶۷	۱۸۵/۱۳	G18
G19	۴۹۰۰	۷۳/۶۷	۹۲۴/۵۳	۱۷/۹۵	۸۳/۰۰	۵۰/۵۰	۴/۰۰	۲۰/۸۰	۱۰/۰۰	۱۶/۰۰	۲۳/۳۷	۱۰۶/۵۳	۱۸۱/۸۰	G19
G20	۲۸۴۶	۷۵/۶۷	۶۸۸/۳۸	۱۵/۳۵	۸۵/۰۰	۵۳/۰۰	۳/۹۶	۱۹/۵۴	۸/۵۹	۱۷/۲۱	۲۵/۳۳	۱۰۱/۳۳	۱۷۲/۹۶	G20
G21	۳۳۰۵	۵۳/۶۰	۸۳۰/۰۰	۱۶/۰۸	۸۶/۵۰	۵۵/۰۰	۳/۳۰	۲۶/۲۸	۶/۵۶	۱۳/۵۰	۲۶/۸۹	۱۱۹/۸۸	۱۸۱/۱۵	G21
G22	۳۷۶۱	۶۰/۵۰	۹۰۲/۴۳	۱۶/۳۴	۸۷/۵۰	۵۷/۵۰	۳/۳۰	۲۲/۵۰	۹/۰۶	۱۴/۵۰	۲۵/۸۲	۱۳۸/۶۰	۱۸۷/۸۰	G22
G23	۲۰۰۷	۵۱/۰۰	۷۱۱/۰۸	۱۵/۸۴	۸۸/۵۰	۵۷/۵۰	۳/۵۰	۲۴/۶۰	۶/۲۹	۱۲/۶۰	۲۲/۰۹	۱۳۲/۰۰	۱۹۲/۰۰	G23
G24	۱۵۴۹	۵۰/۵۷	۵۱۲/۰۰	۱۵/۴۷	۸۴/۵۰	۵۳/۰۰	۳/۷۰	۲۱/۶۰	۹/۵۸	۱۶/۳۰	۲۲/۰۸	۱۱۹/۳۰	۱۷۸/۳۰	G24
G25	۲۱۴۱	۵۰/۲۰	۶۶۵/۷۵	۱۴/۶۵	۸۸/۰۰	۵۷/۵۰	۳/۸۰	۲۰/۵۰	۸/۹۹	۱۳/۳۰	۲۳/۶۲	۱۰۹/۶۰	۱۷۸/۸۰	G25
LSD %5	۶۹۷/۵۴	۲۰/۳۳	۱۸۹/۸۵	۱/۷۹	۱/۵۶	۱/۵۳	۱/۵۱	۴/۳۴	۴/۱۸	۴/۴۴	۵/۰۳	۱۹/۴۲	۱۶/۴۸	LSD %5
LSD %1	۹۶۱/۰۷	۲۷/۵۵	۲۵۷/۲۸	۲/۴۲	۲/۱۱	۲/۰۷	۲/۰۵	۵/۸۸	۵/۷۶	۶/۰۲	۶/۸۱	۲۶/۳۱	۲۲/۳۳	LSD %1
h _g ² (%)	۶۶	۹۲	۷۸	۶۸	۸۹	۹۶	۸۵	۷۵	۸۶	۸۸	۷۰	۹۱	۸۷	h _g ² (%)

PH ارتفاع بوته، DGH ارتفاع طبق از سطح زمین، SD قطر ساقه، LL طول برگ، LW عرض برگ، LN تعداد برگ، PL طول دمبرگ، DIF روز تا گلدهی، DTR روز تا رسیدگی، HD قطر طبق، SNPH تعداد دانه در طبق، SY وزن هزار دانه، SY عملکرد دانه، LSD آزمون حداقل تفاوت معنی دار، h_g² وراثت پذیری عمومی.

جدول ۴. مقادیر ژنوتیپ در عملکرد × صفت (GYT) استاندارد شده در ۲۵ ژنوتیپ آفتابگردان

GYT	Y×TSW	Y×SNPH	Y×HD	Y/DTR	Y/DTF	Y×PL	Y×LN	Y×LW	Y×LL	Y×SD	Y/DGH	Y/PH	ژنوتیپ
-۰/۲۷	-۰/۹۱	-۰/۶۲	-۰/۵۶	-۰/۶۰	۰/۳۵	۰/۳۹	-۰/۹۴	۰/۱۵	۰/۰۵	-۰/۳۵	۰/۳۵	-۰/۵۸	G1
۰/۰۶	۰/۳۲	۱/۲۴	۰/۵۳	۰/۶۲	-۰/۲۱	۱/۶۲	۰/۶۱	۱/۸۲	۱/۵۴	۰/۷۶	-۰/۲۱	۰/۴۴	G2
۰/۴۰	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۱۹	-۰/۲۴	۱/۴۰	۰/۲۴	۱/۱۵	۱/۳۰	۰/۴۹	-۰/۲۴	-۰/۰۵	G3
۰/۵۲	۰/۳۷	۰/۸۹	۰/۷۱	۰/۶۷	۰/۱۰	۰/۴۱	۱/۲۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۱/۳۷	۰/۱۰	۰/۳۰	G4
۲/۱۳	۲/۳۸	۰/۹۹	۲/۰۳	۱/۹۱	۲/۹۴	۲/۳۰	۰/۴۳	۲/۴۹	۲/۰۴	۲/۰۸	۲/۹۴	۳/۰۱	G5
۰/۱۱	۰/۵۳	۰/۳۲	۰/۲۴	۰/۱۲	-۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۲۲	-۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۰۴	-۰/۰۶	-۰/۲۹	G6
-۰/۹۹	-۰/۹۲	-۱/۰۶	-۱/۱۳	-۱/۰۹	-۰/۴۷	-۱/۱۴	-۱/۰۳	-۱/۰۳	-۱/۲۰	-۱/۵۸	-۰/۴۷	-۰/۷۱	G7
-۰/۵۸	-۰/۵۸	-۰/۵۶	-۰/۴۹	-۰/۴۰	-۰/۶۳	-۰/۹۸	۰/۰۴	-۰/۹۹	-۰/۶۹	-۰/۷۰	-۰/۶۳	-۰/۳۳	G8
۰/۶۷	-۰/۰۴	۰/۸۶	۰/۲۸	۰/۶۰	۱/۳۶	۰/۱۸	۱/۱۲	۰/۵۷	۰/۶۲	۰/۴۲	۱/۳۶	۰/۷۴	G9
۰/۵۸	۰/۲۸	۰/۶۳	۰/۵۳	۰/۲۴	-۰/۱۲	۱/۴۲	۰/۶۱	۱/۵۱	۱/۳۲	۰/۸۱	-۰/۱۲	-۰/۰۹	G10
۰/۰۶	۰/۸۰	۰/۸۳	۰/۶۵	۰/۶۵	۱/۸۶	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۴۶	۰/۵۲	۱/۸۶	۰/۶۶	G11
۰/۱۶	-۰/۲۶	-۰/۲۰	-۰/۰۱	-۰/۳۴	۰/۷۶	۰/۶۴	-۰/۸۳	۰/۶۸	۰/۹۱	-۰/۲۵	۰/۷۶	-۰/۰۶	G12
-۰/۳۳	-۰/۷۷	-۰/۱۲	-۰/۳۶	-۰/۳۸	-۰/۳۶	۰/۰۴	-۰/۲۶	-۰/۴۲	-۰/۰۸	-۰/۳۰	-۰/۳۶	-۰/۵۴	G13
۰/۰۹	۰/۱۴	۰/۳۰	-۰/۰۲	۰/۱۳	-۰/۵۰	۰/۰۱	۰/۷۹	۰/۲۰	۰/۱۱	۰/۴۶	-۰/۵۰	۰/۰۲	G14
-۰/۹۵	-۰/۹۳	-۰/۷۸	-۱/۰۴	-۰/۹۰	-۰/۵۸	-۱/۱۹	-۱/۳۳	-۰/۸۴	-۱/۲۷	-۱/۱۸	-۰/۵۸	-۰/۸۰	G15
-۰/۱۳	۰/۱۶	-۰/۶۴	۰/۱۶	۰/۲۸	-۰/۴۲	-۰/۷۹	۱/۱۹	-۰/۷۸	-۰/۶۲	۰/۲۱	-۰/۴۲	۰/۰۷	G16
۰/۰۲	۱/۰۲	-۰/۰۳	۰/۳۴	-۰/۴۳	-۰/۴۲	-۰/۶۳	۱/۰۲	-۰/۵۸	-۰/۱۹	-۰/۳۹	-۰/۴۲	۰/۱۶	G17
-۰/۴۷	-۰/۳۹	-۰/۱۷	-۰/۴۵	-۰/۲۲	-۰/۶۰	-۰/۸۹	-۰/۰۶	-۱/۰۲	-۰/۹۷	-۰/۰۳	-۰/۶۰	-۰/۴۴	G18
۱/۸۱	۲/۴۲	۲/۴۰	۲/۶۱	۲/۵۹	۱/۵۲	۱/۱۹	۱/۴۸	۰/۹۹	۱/۲۶	۱/۵۶	۱/۵۲	۲/۱۸	G19
-۰/۳۰	۰/۳۶	-۰/۷۰	-۰/۴۵	-۰/۲۷	-۰/۱۰	-۰/۳۲	-۰/۹۳	-۰/۵۵	-۰/۲۱	-۰/۲۸	-۰/۱۰	-۰/۰۸	G20
-۰/۱۷	-۰/۳۷	۰/۰۴	-۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۳۰	-۰/۵۲	۰/۴۹	-۰/۶۹	-۰/۵۸	۰/۲۲	-۰/۳۰	۰/۰۶	G21
۰/۴۱	۰/۵۱	۱/۰۳	۰/۷۸	۰/۷۸	-۰/۲۰	-۰/۱۲	۰/۶۵	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۸۱	-۰/۲۰	۰/۶۸	G22
-۱/۳۳	-۱/۲۸	-۱/۳۵	-۱/۳۸	-۱/۵۱	-۱/۲۸	-۱/۱۱	-۱/۲۸	-۱/۱۴	-۱/۴۲	-۱/۴۹	-۱/۲۸	-۱/۳۹	G23
-۱/۷۲	-۱/۶۶	-۲/۱۵	-۱/۸۶	-۲/۰۴	-۱/۵۱	-۱/۳۶	-۲/۲۰	-۱/۱۱	-۱/۴۴	-۱/۹۶	-۱/۵۱	-۱/۸۱	G24
-۱/۱۸	-۱/۲۳	-۱/۳۸	-۱/۳۴	-۱/۳۶	-۰/۹۱	-۰/۹۲	-۱/۶۲	-۰/۸۷	-۱/۲۸	-۱/۲۵	-۰/۹۱	-۱/۱۰	G25

از ارتفاع بوته، DGH: ارتفاع طبق از سطح زمین، SD: قطر ساقه، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، LN: تعداد برگ، PL: طول دمبرگ، DTR: روز تا رسیدگی، PH: ارتفاع بوته، Y: عملکرد دانه، Y×TSW: وزن هوار دانه، Y×LN: عرض برگ، Y×LW: طول برگ، Y×LL: قطر ساقه، Y×SD: قطر طبق از سطح زمین، Y/DGH: ارتفاع طبق از سطح زمین، Y/PH: قطر طبق، Y/DTR: روز تا رسیدگی، Y/DTF: عملکرد دانه، Y×PL: تعداد برگ، Y×LN: عرض برگ، Y×LW: طول برگ، Y×LL: قطر ساقه، Y×SD: قطر طبق از سطح زمین، Y/DGH: ارتفاع طبق از سطح زمین، Y/PH: قطر طبق.



شکل ۱. نمایش چندضلعی بای پلات ژنوتیپ در عملکرد \times صفت در آفتابگردان

A: ترکیب عملکرد- ارتفاع بوته، B: ترکیب عملکرد- ارتفاع طبق از سطح زمین، C: ترکیب عملکرد- قطر ساقه، D: ترکیب عملکرد- طول برگ، E: ترکیب عملکرد- عرض برگ، F: ترکیب عملکرد- تعداد برگ، G: ترکیب عملکرد- طول دمبرگ، H: ترکیب عملکرد- تعداد روز تا گلدهی، I: ترکیب عملکرد- تعداد روز تا رسیدگی، J: ترکیب عملکرد- قطر طبق، K: ترکیب عملکرد- تعداد دانه در طبق، L: ترکیب عملکرد- وزن هزار دانه. (برای یافتن نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود).

ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر همه ترکیبات عملکرد- صفت محسوب می‌شوند. در پژوهش‌های دیگری جهت ارزیابی و انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف از لحاظ چند صفت از روش چندضلعی بای پلات GYT استفاده شده است و روش مذکور را ابزاری گرافیکی فوق‌العاده قوی جهت ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس چندین صفت در گیاهان یولاف، گندم دوروم و گندم نان معرفی کرده‌اند (۲۰، ۲۲، ۲۹ و ۳۰).

ارزیابی همبستگی بین صفات

یک روش دیگر برای ترسیم بای پلات ژنوتیپ در عملکرد \times صفت (GYT) نمایش برداری بای پلات است. بردارهایی که از مبدأ بای پلات سرچشمه می‌گیرند به علائم اختصاری صفات وصل شده و روابط بین و درون صفات را نشان می‌دهند. این شکل بای پلات مقدار مناسبی از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توضیح می‌دهد. از آنجایی که کسینوس زاویه بین

طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و زودرسی انجام شده است. در پژوهش مقدسی و همکاران (۱۹) روی ۲۲ ژنوتیپ آفتابگردان روغنی، افزایش صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های زراعی گزارش شد و مشخص شد که این صفات بیشترین اثر مستقیم و مثبت را بر عملکرد داشتند. در پژوهش دیگری گزارش شده است که انتخاب غیرمستقیم بر اساس تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، قطر طبق و زودرسی در افزایش عملکرد مؤثر است (۲). همچنین نتایج چندضلعی بای پلات GYT در مطالعه حاضر نشان داد که ژنوتیپ G5 در ترکیب عملکرد دانه با ارتفاع بوته ($Y \times A$)، ارتفاع طبق از سطح زمین ($Y \times B$)، طول برگ ($Y \times D$)، عرض برگ ($Y \times E$) و طول دمبرگ ($Y \times G$) بهترین بود. بر اساس شکل ۱ ژنوتیپ‌های G1، G7، G13، G15، G23، G24، G25، G26، G27، G28، G29، G30، G31، G32، G33، G34، G35، G36، G37، G38، G39، G40، G41، G42، G43، G44، G45، G46، G47، G48، G49، G50، G51، G52، G53، G54، G55، G56، G57، G58، G59، G60، G61، G62، G63، G64، G65، G66، G67، G68، G69، G70، G71، G72، G73، G74، G75، G76، G77، G78، G79، G80، G81، G82، G83، G84، G85، G86، G87، G88، G89، G90، G91، G92، G93، G94، G95، G96، G97، G98، G99، G100، G101، G102، G103، G104، G105، G106، G107، G108، G109، G110، G111، G112، G113، G114، G115، G116، G117، G118، G119، G120، G121، G122، G123، G124، G125، G126، G127، G128، G129، G130، G131، G132، G133، G134، G135، G136، G137، G138، G139، G140، G141، G142، G143، G144، G145، G146، G147، G148، G149، G150، G151، G152، G153، G154، G155، G156، G157، G158، G159، G160، G161، G162، G163، G164، G165، G166، G167، G168، G169، G170، G171، G172، G173، G174، G175، G176، G177، G178، G179، G180، G181، G182، G183، G184، G185، G186، G187، G188، G189، G190، G191، G192، G193، G194، G195، G196، G197، G198، G199، G200، G201، G202، G203، G204، G205، G206، G207، G208، G209، G210، G211، G212، G213، G214، G215، G216، G217، G218، G219، G220، G221، G222، G223، G224، G225، G226، G227، G228، G229، G230، G231، G232، G233، G234، G235، G236، G237، G238، G239، G240، G241، G242، G243، G244، G245، G246، G247، G248، G249، G250، G251، G252، G253، G254، G255، G256، G257، G258، G259، G260، G261، G262، G263، G264، G265، G266، G267، G268، G269، G270، G271، G272، G273، G274، G275، G276، G277، G278، G279، G280، G281، G282، G283، G284، G285، G286، G287، G288، G289، G290، G291، G292، G293، G294، G295، G296، G297، G298، G299، G300، G301، G302، G303، G304، G305، G306، G307، G308، G309، G310، G311، G312، G313، G314، G315، G316، G317، G318، G319، G320، G321، G322، G323، G324، G325، G326، G327، G328، G329، G330، G331، G332، G333، G334، G335، G336، G337، G338، G339، G340، G341، G342، G343، G344، G345، G346، G347، G348، G349، G350، G351، G352، G353، G354، G355، G356، G357، G358، G359، G360، G361، G362، G363، G364، G365، G366، G367، G368، G369، G370، G371، G372، G373، G374، G375، G376، G377، G378، G379، G380، G381، G382، G383، G384، G385، G386، G387، G388، G389، G390، G391، G392، G393، G394، G395، G396، G397، G398، G399، G400، G401، G402، G403، G404، G405، G406، G407، G408، G409، G410، G411، G412، G413، G414، G415، G416، G417، G418، G419، G420، G421، G422، G423، G424، G425، G426، G427، G428، G429، G430، G431، G432، G433، G434، G435، G436، G437، G438، G439، G440، G441، G442، G443، G444، G445، G446، G447، G448، G449، G450، G451، G452، G453، G454، G455، G456، G457، G458، G459، G460، G461، G462، G463، G464، G465، G466، G467، G468، G469، G470، G471، G472، G473، G474، G475، G476، G477، G478، G479، G480، G481، G482، G483، G484، G485، G486، G487، G488، G489، G490، G491، G492، G493، G494، G495، G496، G497، G498، G499، G500، G501، G502، G503، G504، G505، G506، G507، G508، G509، G510، G511، G512، G513، G514، G515، G516، G517، G518، G519، G520، G521، G522، G523، G524، G525، G526، G527، G528، G529، G530، G531، G532، G533، G534، G535، G536، G537، G538، G539، G540، G541، G542، G543، G544، G545، G546، G547، G548، G549، G550، G551، G552، G553، G554، G555، G556، G557، G558، G559، G560، G561، G562، G563، G564، G565، G566، G567، G568، G569، G570، G571، G572، G573، G574، G575، G576، G577، G578، G579، G580، G581، G582، G583، G584، G585، G586، G587، G588، G589، G590، G591، G592، G593، G594، G595، G596، G597، G598، G599، G600، G601، G602، G603، G604، G605، G606، G607، G608، G609، G610، G611، G612، G613، G614، G615، G616، G617، G618، G619، G620، G621، G622، G623، G624، G625، G626، G627، G628، G629، G630، G631، G632، G633، G634، G635، G636، G637، G638، G639، G640، G641، G642، G643، G644، G645، G646، G647، G648، G649، G650، G651، G652، G653، G654، G655، G656، G657، G658، G659، G660، G661، G662، G663، G664، G665، G666، G667، G668، G669، G670، G671، G672، G673، G674، G675، G676، G677، G678، G679، G680، G681، G682، G683، G684، G685، G686، G687، G688، G689، G690، G691، G692، G693، G694، G695، G696، G697، G698، G699، G700، G701، G702، G703، G704، G705، G706، G707، G708، G709، G710، G711، G712، G713، G714، G715، G716، G717، G718، G719، G720، G721، G722، G723، G724، G725، G726، G727، G728، G729، G730، G731، G732، G733، G734، G735، G736، G737، G738، G739، G740، G741، G742، G743، G744، G745، G746، G747، G748، G749، G750، G751، G752، G753، G754، G755، G756، G757، G758، G759، G760، G761، G762، G763، G764، G765، G766، G767، G768، G769، G770، G771، G772، G773، G774، G775، G776، G777، G778، G779، G780، G781، G782، G783، G784، G785، G786، G787، G788، G789، G790، G791، G792، G793، G794، G795، G796، G797، G798، G799، G800، G801، G802، G803، G804، G805، G806، G807، G808، G809، G810، G811، G812، G813، G814، G815، G816، G817، G818، G819، G820، G821، G822، G823، G824، G825، G826، G827، G828، G829، G830، G831، G832، G833، G834، G835، G836، G837، G838، G839، G840، G841، G842، G843، G844، G845، G846، G847، G848، G849، G850، G851، G852، G853، G854، G855، G856، G857، G858، G859، G860، G861، G862، G863، G864، G865، G866، G867، G868، G869، G870، G871، G872، G873، G874، G875، G876، G877، G878، G879، G880، G881، G882، G883، G884، G885، G886، G887، G888، G889، G890، G891، G892، G893، G894، G895، G896، G897، G898، G899، G900، G901، G902، G903، G904، G905، G906، G907، G908، G909، G910، G911، G912، G913، G914، G915، G916، G917، G918، G919، G920، G921، G922، G923، G924، G925، G926، G927، G928، G929، G930، G931، G932، G933، G934، G935، G936، G937، G938، G939، G940، G941، G942، G943، G944، G945، G946، G947، G948، G949، G950، G951، G952، G953، G954، G955، G956، G957، G958، G959، G960، G961، G962، G963، G964، G965، G966، G967، G968، G969، G970، G971، G972، G973، G974، G975، G976، G977، G978، G979، G980، G981، G982، G983، G984، G985، G986، G987، G988، G989، G990، G991، G992، G993، G994، G995، G996، G997، G998، G999، G1000.

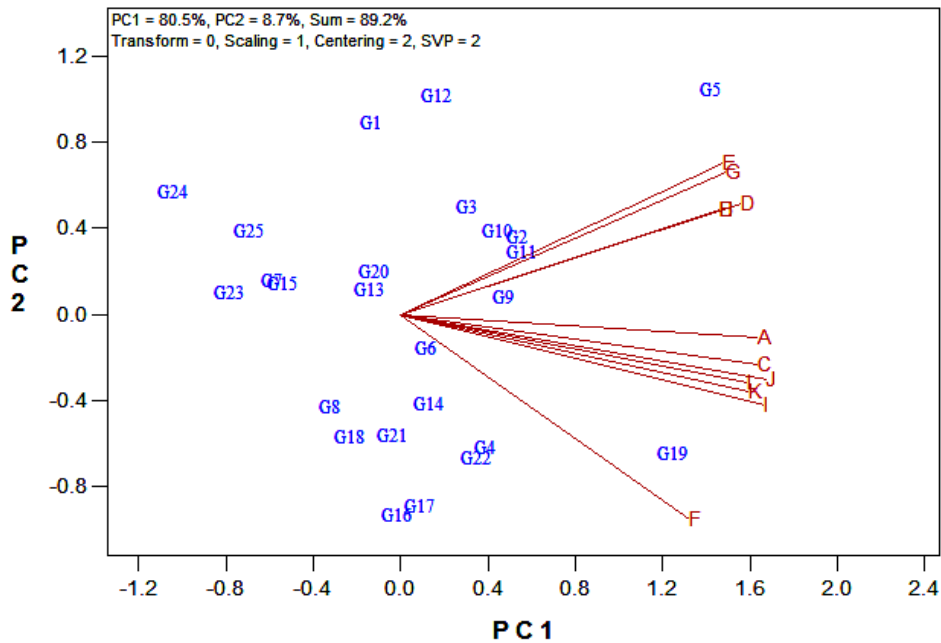
افزایش تعداد دانه‌های تشکیل شده در طبق، وزن هزار دانه و در نتیجه افزایش عملکرد شود. بارایا و همکاران (۷) در آزمایش خود همبستگی مثبتی را بین قطر طبق با تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مشاهده کردند. سینسیک و گوکسوی (۲۵) نیز همبستگی مثبت و بسیار قوی را بین قطر طبق و عملکرد دانه گزارش دادند و بیان کردند که در گزینش ژنوتیپ‌های آفتابگردان می‌توان گزینش را بر مبنای صفت قطر طبق انجام داد. صفات تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه نیز از اجزای عملکرد آفتابگردان محسوب می‌شوند و توارث‌پذیری نسبتاً بالایی دارند (جدول ۳)، بنابراین گزینش بر اساس این صفات ممکن است راه مطمئن و سریعی برای غربال کردن جوامع گیاهی و بهبود عملکرد باشد. مقدسی و همکاران (۱۹) نیز گزارش کردند که تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه، اجزای اصلی عملکرد دانه آفتابگردان به شمار می‌روند.

همچنین با توجه به همبستگی مثبت معنی‌دار ترکیب عملکرد-روز تا رسیدگی (زودرسی) با سایر ترکیبات عملکرد-صفت مهم از جمله وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق و قطر طبق، می‌توان احتمال داد که با کاهش دوره رسیدگی، عملکرد دانه گیاه افزایش داشته است. با توجه به بارندگی و رطوبت آخر فصل در نقاط شمال کشور و توسعه بیماری‌های آخر فصل (پوسیدگی طبق) می‌توان نتیجه گرفت که برای داشتن ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا باید به دنبال توسعه ژنوتیپ‌های زودرس بود. به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های زودرس قبل از برخورد به بیماری‌های آخر فصل دوره زندگی خود را به اتمام رسانده و از تنش‌های آخر فصل فرار می‌کنند. از طرفی زودرسی هزینه‌های تولید را به علت کوتاه شدن طول دوره برداشت کاهش می‌دهد. با توجه به این موضوع می‌توان صفت زودرسی را به‌عنوان یک شاخص انتخاب مستقل در جهت اصلاح ارقام مختلف آفتابگردان در نظر گرفت.

بر اساس نمایش برداری بای‌پلات GYT همبستگی مثبت معنی‌داری بین $Y \times D$ ، $Y \times E$ ، $Y \times G$ و $Y \times B$ مشاهده شد (شکل ۲) که بیانگر اهمیت طول برگ، عرض برگ، طول

بردارهای هر دو صفت ضریب همبستگی بین آنها را برآورد می‌کند، این شکل بای‌پلات بهترین راه برای نمایش گرافیکی روابط متقابل میان صفات است. اگر زاویه بین بردارهای دو صفت کمتر از 90° درجه باشد، بین آن دو صفت همبستگی مثبت، اگر زاویه بیشتر از 90° درجه باشد، همبستگی منفی و اگر زاویه 90° درجه باشد، بین آن دو صفت همبستگی وجود ندارد. طول بردارها پاسخ‌دهی صفات را به ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد به طوری که هرچه طول بردار یک صفت بیشتر باشد نشان‌دهنده آن است که آن صفت دارای قدرت پاسخ‌دهی بیشتر به ژنوتیپ‌ها است و صفاتی که در منشأ بای‌پلات قرار می‌گیرند، هیچ پاسخی به ژنوتیپ‌ها نمی‌دهند.

بر اساس نمایش برداری ژنوتیپ در عملکرد \times صفت (GYT)، همبستگی مثبت معنی‌داری بین کلیه ترکیبات عملکرد-صفت مشاهده شد (شکل ۲) و این مطالب می‌تواند با توجه به جدول ضرایب همبستگی تأیید شود (جدول ۵). با توجه به اینکه عملکرد به‌عنوان یک مؤلفه ثابت در کلیه ترکیبات عملکرد-صفت وجود دارد، بنابراین همبستگی مثبت بین ترکیبات مختلف عملکرد-صفت دور از انتظار نیست. یان و همکاران (۳۰) عنوان کرده‌اند که همبستگی مثبت بین ترکیبات عملکرد-صفت یکی از ویژگی‌های مهم بای‌پلات GYT است. نتایج نمایش برداری بای‌پلات GYT نشان داد که همبستگی مثبت معنی‌داری بین $Y \times C$ ، $Y \times J$ ، $Y \times K$ ، $Y \times L$ و $Y \times I$ مشاهده شد که نشان‌دهنده سودمندی ترکیب قطر ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و زودرسی با عملکرد دانه برای افزایش عملکرد ژنوتیپ‌ها است. پژوهشگران دیگری نیز بهبود عملکرد دانه آفتابگردان را به افزایش قطر ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه نسبت داده‌اند (۶، ۸، ۱۶ و ۳۲). قطر ساقه اندام ذخیره‌کننده مواد موردنیاز آفتابگردان است، 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 یابند (۳۳)، قطر طبق نیز از عوامل مؤثر بر عملکرد دانه در آفتابگردان محسوب می‌شود. افزایش قطر طبق می‌تواند منجر به



شکل ۲. نمایش چندضلعی بای پلات ژنوتیپ در عملکرد × صفت در آفتابگردان

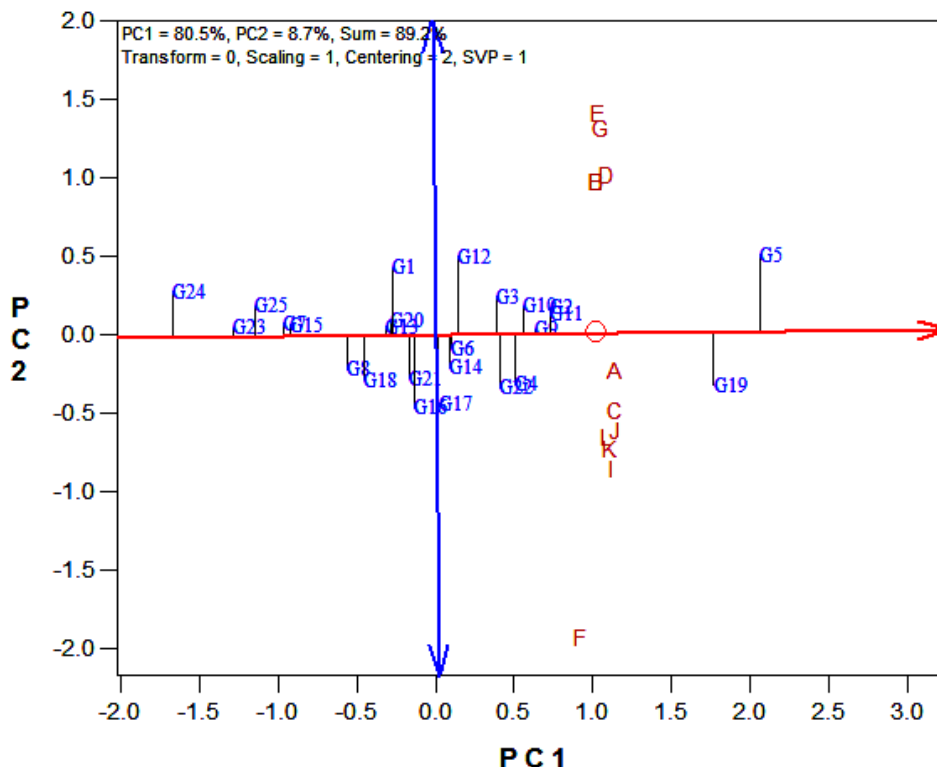
A: ترکیب عملکرد- ارتفاع بوته، B: ترکیب عملکرد- ارتفاع طبق از سطح زمین، C: ترکیب عملکرد- قطر ساقه، D: ترکیب عملکرد- طول برگ، E: ترکیب عملکرد- عرض برگ، F: ترکیب عملکرد- تعداد برگ، G: ترکیب عملکرد- طول دمبرگ، H: ترکیب عملکرد- تعداد روز تا گلدهی، I: ترکیب عملکرد- تعداد روز تا رسیدگی، L: ترکیب عملکرد- قطر طبق، K: ترکیب عملکرد- تعداد دانه در طبق، L: ترکیب عملکرد- وزن هزار دانه (برای یافتن نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود).

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین ترکیبات عملکرد- صفت در ۲۵ ژنوتیپ آفتابگردان

ترکیبات عملکرد-صفت	Y/PH	Y/DGH	Y×SD	Y×LL	Y×LW	Y×LN	Y×PL	Y/DTF	Y/DTR	Y×HD	Y×SNPH
Y/DGH	۰/۸۶**										
Y×SD	۰/۸۸**	۰/۷۱**									
Y×LL	۰/۷۶**	۰/۷۳**	۰/۸۳**								
Y×LW	۰/۷۳**	۰/۷۰**	۰/۷۹**	۰/۹۷**							
Y×LN	۰/۷۰**	۰/۴۵**	۰/۸۲**	۰/۵۹**	۰/۴۸**						
Y×PL	۰/۷۲**	۰/۶۹**	۰/۸۱**	۰/۹۷**	۰/۹۸**	۰/۵۰**					
Y/DTF	۰/۸۶**	۰/۹۹**	۰/۷۱**	۰/۷۳**	۰/۷۰**	۰/۴۵**	۰/۶۹**				
Y/DTR	۰/۹۵**	۰/۷۶**	۰/۹۳**	۰/۷۸**	۰/۷۱**	۰/۸۵**	۰/۷۲**	۰/۷۶**			
Y×HD	۰/۹۴**	۰/۷۷**	۰/۹۳**	۰/۸۲**	۰/۷۵**	۰/۸۱**	۰/۷۷**	۰/۷۷**	۰/۹۹**		
Y×SNPH	۰/۸۴**	۰/۶۸**	۰/۹۰**	۰/۸۰**	۰/۷۲**	۰/۸۳**	۰/۷۵**	۰/۶۸**	۰/۹۴**	۰/۹۳**	
Y×TSW	۰/۹۳**	۰/۷۵**	۰/۸۵**	۰/۷۴**	۰/۶۷**	۰/۷۳**	۰/۶۸**	۰/۷۵**	۰/۹۵**	۰/۹۵**	۰/۸۳**

PH: ارتفاع بوته، DGH: ارتفاع طبق از سطح زمین، SD: قطر ساقه، LL: طول برگ، LW: عرض برگ، LN: تعداد برگ، PL: طول دمبرگ، DTF: روز تا گلدهی، DTR: روز تا رسیدگی، HD: قطر طبق، SNPH: تعداد دانه در طبق، TSW: وزن هزار دانه، Y: عملکرد دانه،

GYT: ژنوتیپ در عملکرد × صفت. ** معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۱



شکل ۳. مختصات تستر متوسط (ATC) بای پلات ژنوتیپ در عملکرد × صفت جهت رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس برتری کلی و تعیین نقاط قوت و ضعف آنها

A: ترکیب عملکرد- ارتفاع بوته، B: ترکیب عملکرد- ارتفاع طبق از سطح زمین، C: ترکیب عملکرد- قطر ساقه، D: ترکیب عملکرد- طول برگ، E: ترکیب عملکرد- عرض برگ، F: ترکیب عملکرد- تعداد برگ، G: ترکیب عملکرد- طول دمبرگ، H: ترکیب عملکرد- تعداد روز تا گلدهی، I: ترکیب عملکرد- تعداد روز تا رسیدگی، J: ترکیب عملکرد- قطر طبق، K: ترکیب عملکرد- تعداد دانه در طبق، L: ترکیب عملکرد- وزن هزار دانه (برای یافتن نام ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود).

استفاده شده است.

رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ترکیب عملکرد- صفت و شاخص GYY

در این مطالعه از نمودار مختصات تستر متوسط (Average Tester Coordinate; ATC) به منظور رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ترکیب عملکرد- صفت استفاده شد (شکل ۳). این نمودار دارای دو محور افقی و عمودی است. ژنوتیپ‌ها در طول محور افقی (محوری که با دایره و فلش مشخص شده است) بر اساس ترکیبات عملکرد- صفت رتبه‌بندی می‌شوند و جهت پیکان نشان‌دهنده میانگین ترکیبات عملکرد- صفت بالاتر است. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های G5 و G19

دمبرگ و ارتفاع طبق از سطح زمین در ترکیب با عملکرد دانه برای بهبود تولید در آفتابگردان است. با توجه به این نتایج، می‌توان بیان کرد که با افزایش شاخص سطح برگ آفتابگردان، عملکرد دانه نیز افزایش داشته است. با توجه به آنکه دانه، حاصل فعالیت فتوسنتزی اندام‌هایی چون برگ است، بنابراین برای داشتن عملکرد دانه بالا، به گیاهانی با شاخص سطح برگ مناسب، احتیاج است. در پژوهش‌های دیگری همبستگی مثبت بین صفات طول برگ، عرض برگ و طول دمبرگ با عملکرد دانه در آفتابگردان گزارش شده است (۳، ۳۲ و ۳۳). از نمایش برداری بای پلات GYT به منظور ارزیابی همبستگی صفات در محصولات مختلف از قبیل یولاف (۲۹)، گندم دوروم (۲۰)، جو زراعی (۱۴)، بادام زمینی (۱۷) و گندم بهاره (۱۸) نیز

به‌عنوان والدین در برنامه‌های اصلاحی بکار گرفته شوند ولی نمی‌توان آنها را در برنامه‌های معرفی رقم مورد توجه قرار داد. به‌عنوان مثال ژنوتیپی با مقاومت به خوابیدگی خیلی خوب و با عملکرد پایین نمی‌تواند در برنامه معرفی رقم قرار گیرد (۲۹). کندانال (۱۵) و رحمتی و همکاران (۲۳) از روش بای‌پلات GYT به‌منظور رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم استفاده کردند و گزارش کردند که عملکرد دانه تنها صفتی است که می‌تواند کارایی یک ژنوتیپ را تعیین کند و صفات دیگر مانند زودرسی و حتی صفات کیفی، تنها زمانی برای به‌نژادگر سودمند و ارزشمند هستند که با مقادیر بالای عملکرد همبستگی داشته باشند.

نتیجه‌گیری کلی

در این مطالعه برای بررسی روابط میان صفات و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ چند صفت در آفتابگردان از روش بای‌پلات ژنوتیپ در عملکرد \times صفت (GYT) استفاده شد. نتایج نشان داد که این روش از طریق رسم نمودارهای دو بعدی، ابزاری مناسب برای بررسی روابط میان صفات و همچنین ارزیابی، مقایسه و انتخاب ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان از لحاظ چند صفت بود. نتایج نمایش چندضلعی بای‌پلات GYT نشان داد که ژنوتیپ G1۹ در ترکیب قطر ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، روز تا رسیدگی و تعداد برگ با عملکرد دانه، بهترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ G۵ نیز در ترکیب ارتفاع بوته، ارتفاع طبق از سطح زمین، طول برگ، عرض برگ و طول دم‌برگ با عملکرد دانه، ژنوتیپ برتر بود. بر اساس نمایش مختصات تستر متوسط (ATC) بای‌پلات GYT، ژنوتیپ‌های G۵ و G1۹ از نظر کلیه ترکیبات مثبت عملکرد-صفت به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های G2۴، G2۳ و G2۵ به‌عنوان ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص GYT نیز نشان داد که ژنوتیپ‌های G۵ و G1۹ بهترین ترکیب عملکرد دانه با صفات مورد ارزیابی را داشتند. همچنین با توجه به همبستگی مثبت و

به‌ترتیب با قرار گرفتن در جهت محور افقی ATC، بهترین ژنوتیپ‌ها بر اساس ترکیبات عملکرد-صفت بودند و ژنوتیپ‌های G2۴، G2۳ و G2۵ به‌ترتیب با قرار گرفتن در انتهای محور افقی ATC، ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند (شکل ۳). از نمودار مختصات تستر متوسط (ATC) به‌منظور رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ترکیب عملکرد-صفت در یولاف (۲۹ و ۳۰)، گندم دوروم (۱۵) و گندم نان (۲۲، ۲۳ و ۲۸) نیز استفاده شده است.

علاوه بر نمودار مختصات تستر متوسط (ATC)، ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس شاخص GYT نیز رتبه‌بندی شدند. به این صورت که ژنوتیپ‌های با مقادیر بالا و پایین شاخص GYT به‌ترتیب به‌عنوان بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند (۳۰). بنابراین بر اساس این شاخص، ژنوتیپ‌های G۵ و G1۹ به‌ترتیب با شاخص GYT برابر با ۲/۱۳ و ۱/۸۱ به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها و ژنوتیپ‌های G2۴، G2۳ و G2۵ به‌ترتیب با مقادیر شاخص GYT برابر با ۱/۷۲، -۱/۳۳ و -۱/۱۸ به‌عنوان ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند (جدول ۴). مقادیر شاخص GYT نزدیک به صفر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۲ و ۰/۰۹ برای ژنوتیپ‌های G1۷ و G1۴ نشان داد که این ژنوتیپ‌ها مقادیر متوسط صفات را دارا هستند (جدول ۴) و به‌عنوان ژنوتیپ‌های حد واسط شناخته شدند. بیان کردند که انتخاب بر اساس شاخص GYT از انتخاب و معرفی ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین جلوگیری می‌کند، زیرا این شاخص بر این مفهوم استوار است که عملکرد مهم‌ترین صفت است و دیگر صفات تنها زمانی مهم هستند که با عملکرد بالا همبستگی بالا داشته باشند. به عبارت دیگر برتری یک ژنوتیپ از طریق ارزش آن از نظر ترکیب عملکرد با دیگر صفات سنجیده می‌شود. در حالیکه در انتخاب بر اساس شاخص‌های کلاسیک، وزن یک صفت ثابت و از سطوح صفات دیگر مستقل است و در نتیجه ممکن است که ژنوتیپ‌هایی انتخاب شوند که از نظر سایر صفات برتر بوده ولی از عملکرد پایینی برخوردار باشند (۲۹). چنین ژنوتیپ‌هایی می‌توانند

بالا بین ترکیبات عملکرد دانه با صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و زودرسی، می‌توان نتیجه گرفت که گزینش همزمان برای تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه بیشتر و زودرسی برای رسیدن به عملکرد دانه دور از انتظار نیست و می‌توان از این صفات که از وراثت‌پذیری عمومی بالایی نیز برخوردار بودند در برنامه‌های اصلاحی به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه بالا در آفتابگردان مورد استفاده قرار داد.

منابع مورد استفاده

1. Abd-ElHamid, E. A. M., M. A. Aglan and E. M. A. Hussein. 2019. Modified method for the analysis of genotype by trait (GT) biplot as a selection criterion in wheat under water stress conditions. *Egyptian Journal of Agronomy* 41: 293-312.
2. Abedini Esfahlani, M., R. Fotovat, M. Soltani Najafabadi and A. Tavakoli. 2018. Study of yield and water productivity in inbred lines of sunflower under optimum and water stress conditions. *Journal of Plant Ecophysiology* 32: 49-60. (In Farsi).
3. 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 Farsi).
4. Ahmadpour, S., O. Sofalian and R. Darvishzadeh. 2017. Genetic diversity of oily sunflower lines under normal and salt stress conditions using multivariate statistical analysis methods. *Iranian Journal of Field Crop Science* 48: 399-411. (In Farsi).
5. Ansarifard, I., K. Mostafavi, M. Khosroshahli, M. R. 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.
6. 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.
7. Baraiya, V. K., P. Jagtap, J. Sangani and A. Malviya. 2018. Correlation and path analysis in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7: 2730-2732.
8. 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.
9. Boureima, S. and Y. Abdoua. 2019. Genotype by yield \times trait combination biplot approach to evaluate sesame genotypes on multiple traits basis. *Turkish Journal of Field Crops* 24: 237-244.
10. Cruz, O. P., T. R. A. Oliveira, A. B. S. Gomes, C. Q. S. S. Santana, L. M. Gravina and R. S. Rocha. 2020. Selection of cowpea lines for multiple traits by GYT biplot analysis. *Journal of Agricultural Studies* 8: 124-137.
11. 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.
12. Holland, J. B., W. Nyquist and C. Cervantes. 2003. Estimating and interpreting heritability for plant breeding. *Plant Breeding Reviews* 22: 9-112.
13. Jafari, M. and M. Mirzapour. 2009. Agronomic traits and heritability in confectionary sunflower landraces. *Research in Agricultural Sciences* 1(3): 95-106. (In Farsi).
14. Karahan, T. and I. Akgun. 2020. Selection of barley (*Hordeum vulgare*) genotypes by GYT (Genotype \times Yield \times Trait) biplot technique and its comparison with GT (Genotype \times Trait). *Applied Ecology and Environmental Research* 18: 1347-1359.
15. Kendal, E. 2019. Comparing durum wheat cultivars by genotype \times yield \times trait and genotype \times trait biplot method. *Chilean Journal of Agricultural Research* 79: 512-522.
16. 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.
17. Mahmoud, M., E. Hussein, K. Aboelkassem and H. E. Ibrahim. 2020. Graphical presentation of some peanut genotypes by comparing two patterns of biplot analysis. *Journal of Plant Production* 11: 697-705.
18. Merrick, L. F., K. D. Glover, D. Yabwalo and E. Byamukama. 2020. Use of genotype by yield*trait (GYT) analysis to select hard red spring wheat with elevated performance for agronomic and disease resistance traits. *Crop Breeding, Genetics and Genomics* 2: 1-18.
19. Moghadasi, M., H. Laghab and M. Kakaie. 2014. Evaluation of oil genotypes of sunflower (*Helianthus annuus*)

- based on different traits and their relationships. *Seed and Plant Improvement Journal* 30: 585-604. (In Farsi).
20. Mohammadi, R. 2019. Genotype by yield* trait biplot for genotype evaluation and trait profiles in durum wheat. *Cereal Research Communications* 47: 541-551.
 21. Mohammadi, R., H. Dehghani and G. Karimzadeh. 2015. Graphic analysis of trait relations of cantaloupe using the Biplot method. *Journal of Plant Production Research* 21: 43-62. (In Farsi).
 22. Rahmati, M. 2020. Assessment of relationships among traits and selection of superior bread wheat genotypes using genotype by yield \times trait biplot method. *Cereal Research* 10: 61-72. (In Farsi).
 23. Rahmati, M., T. Hosseinpour and A. Ahmadi. 2020. Assessment of interrelationship between agronomic traits of wheat genotypes under rain-fed conditions using double and triple biplots of genotype, trait and yield. *Iranian Dryland Agronomy Journal* 9: 1-20. (In Farsi).
 24. SAS, I. 2011. SAS/STAT. User's guide. SAS institute Inc. Cary, NC.
 25. 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.
 26. Sofalian, O., R. Darvishzadeh and H. Hatamzadeh. 2019. Evaluation of yield stability of sunflower inbred lines under salt stress conditions. *Journal of Crop Breeding* 11: 1-10. (In Farsi).
 27. Tabrizvand Taheri, M., S. S. Alavikia, M. Moghaddam Vahed, S. Aharizad and M. Ghaffari. 2013. Study of the inheritance of agronomic characters using line \times tester crosses in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Applied Crop Breeding* 1: 131-144. (In Farsi).
 28. Tsenov, N., T. Gubatov and I. Yanchev. 2020. Genotype selection for grain yield and quality based on multiple traits of common wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communications* 13: 1-6.
 29. Yan, W. and J. Fregeau-Reid. 2008. Breeding line selection based on multiple traits. *Crop Science* 48: 417-423.
 30. Yan, W., J. Frégeau-Reid, N. Mountain and J. Kobler. 2019. Genotype and management evaluation based on Genotype by Yield* Trait (GYT) analysis. *Crop Breeding, Genetics and Genomics* 1: 1-21.
 31. Yasin, B. and S. Singh. 2020. Correlation and path coefficient analyses in sunflower. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* 2: 129-133.
 32. 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 Farsi).
 33. Ziaiefard, 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 Farsi).

Simultaneous Selection for Seed Yield and Agronomic Traits in Sunflower

A. Gholizadeh^{1*} and M. Ghaffari²

(Received: April 17-2021; Accepted: May 19-2021)

Abstract

Selection of high yielding genotypes is very important in sunflower. Thus, 24 new sunflower hybrids along with Golsa cultivar were evaluated in a simple lattice design (5×5) with two replications in the Agriculture Research Station of Gorgan, north of Iran, during 2020. The genotype by yield × trait (GYT) biplot method was used in order to study the relationships between different traits and to select the new hybrids of sunflower based on yield-trait combinations. The result of polygon view of GYT biplot indicated that G19 was the best genotype in terms of the combination of seed yield with traits such as stem diameter, head diameter, seed number per head, thousand seed weight, early maturity and leaf number. Similarly, G5 also was superior genotype in terms of the combination of seed yield with a number of traits, including plant height, head height from ground level, leaf length, leaf width and petiole length. Based on average tester coordinate (ATC) view of GYT biplot, the genotypes G19 and G5 in terms of all positive yield-trait combinations were recognized as the best genotypes and genotypes G24, G23 and G25 as the weakest genotypes. A significant positive correlation was observed between seed number per head, thousand seed weight and early maturity in combination with seed yield. Moreover, these traits had high broad sense heritability. Therefore, it seems that traits such as seed number per head, thousand seed weight and early maturity could be used as suitable selection criterions for increasing seed yield in sunflower.

Keywords: Genotype by yield*trait biplot method, GYT index, correlation, hybrid

-
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
 2. Associate Professor, Oil Crops Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
- *: Corresponding Author, Email: a.gholizadeh@areeo.ac.ir