Journal of Vegetables Sciences **دو فصلنامه علمی- پژوهشی علوم سبزی‌ها**
Vol 4, No 7, Spring & Summer 2020, Pages (113-130) سال ۴- شماره ۷- بهار و تابستان ۱۳۹۹- صفحات (۱۳۰-۱۱۳)
DOI: 10.22034/iuvs.2020.130891.1109

بررسی صفات زراعی، عملکرد و پایداری ارقام مختلف نخودفرنگی در منطقه طارم با استفاده از تجزیه گرافیکی

احمدرضا دادرس[۱*]، محمود عظیمی[۲]، محسن خدادادی[۳]، مهدی آقابیگی[۳]، عزیزاله عبدالهی[۵] و آرش محمدی[۶]

۱- استادیار پژوهشی ایستگاه تحقیقات زیتون طارم، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
۲- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
۳- دانشیار پژوهشکده سبزی و صیفی ایران، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج
۴- استادیار پژوهشکده سبزی و صیفی ایران، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج
۵- کارشناس ایستگاه تحقیقات زیتون طارم، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
۶- کارشناس زراعت مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان طارم، استان زنجان، ایران
* نویسنده مسئول: a.dadras@areeo.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۴- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۶)

چکیده

نخودفرنگی (*Pisum Sativum*) گیاهی است که از لحاظ مواد غذایی بسیار متنوع و غنی است و شهرستان طارم با توجه به اقلیم نسبتاً سرد، منطقه مناسبی برای کشت این گیاه می‌باشد. به‌منظور شناسایی برترین رقم در این منطقه، پژوهش حاضر با بررسی شش رقم جدید به‌نام Golsam، WolfItaly، Stardust، Utrillo، Gs-10 و GreenArrow به همراه رقم بومی (Landrace) منطقه طی دو سال، ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی ایستگاه تحقیقات زیتون طارم با سه تکرار انجام شد. این ارقام از لحاظ ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه جانبی، میانگین وزن سبز دانه، طول غلاف، عملکرد سبز دانه تک‌بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه سبز، تعداد غلاف در هر بوته و عملکرد سبز غلاف تک‌بوته مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اختلاف بین ارقام از نظر همه صفات مورد بررسی به جزء صفت ارتفاع بوته معنی‌دار بود؛ که بیانگر تنوع قابل‌توجهی در بین ارقام از لحاظ صفات مورد بررسی است. بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارقام، دو رقم Golsam و WolfItaly که بیشترین میزان اکثر صفات داشتند، برتر از سایر ارقام بودند. میزان عملکرد سبز دانه در بوته این ارقام در میانگین دو سال به‌ترتیب ۷۰/۵۵ و ۶۶/۶۰ گرم در بوته به‌دست آمد. به‌منظور بررسی پایداری ارقام طی دو سال و همچنین شناسایی برترین ارقام از لحاظ مجموع صفات از تجزیه گرافیکی استفاده شد؛ که نتایج مبین آن بود که دو رقم Golsam و WolfItaly با حفظ پایداری، در مجموع صفات برتر از سایر ارقام بودند و می‌توان این دو رقم را برای کشت در منطقه طارم پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، تجزیه مرکب، سازگاری، نخودفرنگی.

مقدمه

نخودفرنگی (*Pisum Sativum* L.) گیاهی است علفی و یک‌ساله از خانواده بقولات (Fabaceae)، که از اروپا و آسیای غربی منشأ گرفته است. در بسیاری از کشورها نخودفرنگی در بین حبوبات پس از لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این گیاه دارای ارزش غذایی بالایی بوده و دارای موادی از جمله پروتئین با ارزش زیستی بالا، قند، مقداری روغن، املاح معدنی (پتاسیم و فسفر)، ویتامین‌های گروه B (تیامین و نیاسین) و همچنین حاوی ویتامین E است. به‌طوری‌که ترکیب شیمیایی و ارزش غذایی دانه‌های خشک آن دارای ۱۰/۶ درصد آب، ۲۲/۵ درصد پروتئین، ۱۰ درصد روغن، ۵۸/۵ درصد کربوهیدرات، ۴/۴ درصد فیبر و سه درصد خاکستر هستند و دانه‌های تازه آن دارای ۷۲/۳ درصد آب، ۶/۷ درصد پروتئین، ۰/۴ درصد روغن، ۱۵/۵ درصد کربوهیدرات، ۲/۲ درصد فیبر و ۰/۹ درصد فیبر و ۰/۹ خاکستر می‌باشند (Koochaki & Banayan, 1997).

نخودفرنگی گیاهی است سرمادوست، دارای شاخه‌های بلند رونده که به‌منظور استفاده از دانه‌ی سبز کشت می‌گردد (Koochaki & Banayan, 1997; Razavi & Akbari, 2014). این گیاه روزبلند است و تلقیح آن مستقیم انجام می‌شود. ارقام مختلفی از این گیاه به‌صورت نخودفرنگی دانه صاف، نخودفرنگی دانه چروکیده و نخودفرنگی شکری وجود دارند.

در سال ۲۰۱۷ سطح زیر کشت آن در جهان ۸۱۴۱ هزار هکتار بوده است، کشورهای با بالاترین میزان تولید شامل کانادا، روسیه، هندوستان و ایالات متحده می‌باشد (FAO, 2019).

به‌منظور ارتقای سطح زیر کشت این محصول با ارزش در ایران، نیاز به شناسایی مناطق مستعد مناسب این محصول می‌باشد. بدیهی است عوامل محیطی در کنار عوامل ژنتیکی و اثرات متقابل آن‌ها تعیین‌کننده نهایی پیدایش تمامی صفات در گیاهان می‌باشند. عملکرد و فرآیند تشکیل آن نیز به‌عنوان مهم‌ترین و کلیدی‌ترین صفت، تا حد زیادی به محیط، ژنتیک و اثرات متقابل بین آن‌ها بستگی دارد (Sidlauskas & Bernotas, 2003). بر اساس گزارش‌های موجود، گزینش و بهبود ارقام، همراه با داشتن آب و هوا و شرایط خاکی مطلوب از مهم‌ترین عوامل زراعی برای به‌دست آوردن عملکرد بالا است. پاسخ‌های متفاوت ارقام در محیط به‌عنوان اثر متقابل رقم در محیط بیان می‌شود (Campbell & Jones, 2005). در این راستا به‌منظور تعیین مناسب‌ترین رقم در یک منطقه باید از بررسی هم‌زمان چندین رقم در منطقه مورد نظر پرداخت.

Peksen و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای که بر روی ۱۵ رقم بهاره و پاییزه نخودفرنگی برای وزن تر غلاف و ویژگی غلاف برای شرایط اکولوژیکی منطقه سامسون در ترکیه انجام دادند، دریافتند در طی دو سال، از لحاظ وزن تر غلاف بین ارقام از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار وجود دارد. آن‌ها بیشترین وزن تر غلاف را برای رقم Vilmoren به‌میزان ۱۷۸۴۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین وزن تر غلاف را برای رقم Progress No.9 به‌میزان ۱۲۳۰۰ کیلوگرم در شرایط اکولوژیکی مذکور گزارش کردند.

در مطالعه‌ای که توسط Murtaza و همکاران (۲۰۰۷) بر روی بررسی اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم نخودفرنگی انجام شد، بیشترین عملکرد غلاف سبز به‌میزان ۵۲۵۵ کیلوگرم در هکتار در بین ارقام، به رقم Meteor و بعد از آن به رقم Greenfeast به‌میزان ۴۴۵۲ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. همچنین مطالعه آن‌ها نشان داد بیشترین افزایش عملکرد و

اجزای عملکرد، مربوط به بوته‌های نخودفرنگی تیمار شده با اسید سالیسیلیک با غلظت ۴- ۱۰ مولار است و بیش از تیمار ۵- ۱۰ مولار و شاهد گزارش شد. از طرف دیگر Wozniak (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای که بر روی عملکرد نخودفرنگی در سه شرایط مختلف شخم عبارت بودند از شخم سنتی، شخم کاهش‌یافته و شخم به همراه علف‌کش انجام داده بود، دریافت بیشترین عملکرد مربوط به تیمار شخم سنتی است. در این پژوهش کمترین عملکرد به شخم همراه علف‌کش اختصاص یافت و سیستم شخم سنتی در مقایسه با شخم به همراه علف‌کش، میزان غلاف‌ها در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع و وزن دانه در بوته را افزایش داد. در این مطالعه بین عملکرد نخودفرنگی با تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع، وزن دانه در بوته و تعداد بوته در مترمربع همبستگی معنی‌داری مشاهده شد. در پژوهشی دیگر Khan و همکاران (۲۰۱۶)، ۴۶ ژنوتیپ مختلف نخودفرنگی را از لحاظ صفات مختلف فنولوژیکی و زراعی از جمله تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های جانبی در بوته، تعداد گره، طول میانگره، طول غلاف، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد کل دانه در بوته و عملکرد در بنگلادش بررسی کردند. آن‌ها توانستند با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره، ضمن تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، آن‌ها را به شش گروه منتسب نمایند و ضمن شناسایی ژنوتیپ‌هایی که در گروه‌های با فاصله ژنتیکی بیشتر هستند، برای انجام برنامه‌های مختلف به‌نژادی معرفی نمایند. مطالعه‌ای دیگر که توسط Hanci (۲۰۱۹) بر روی نمونه‌های مختلف نخودفرنگی ترکیه با استفاده نشانگرهای مورفولوژیکی و ۱۴ نشانگر مولکولی SSR انجام گرفت، تعداد ۱۳۰ نمونه نخودفرنگی بومی به همراه دو رقم تجاری به سه گروه اصلی منتسب شد.

در ایران گیاه نخودفرنگی دارای سطح کشت گسترده‌ای نیست و تاکنون تحقیقات زیادی در زمینه بررسی ارقام مختلف در مناطق مستعد کشت این محصول در کشور صورت نگرفته است. شهرستان طارم یکی از مناطقی است که این گیاه مورد کشت قرار می‌گیرد. اما از آن‌جایی که در طی سال‌های اخیر فقط یک رقم بومی نخودفرنگی در این شهرستان توسط کشاورزان کشت و کار می‌گردد. از دیدگاه به‌نژادی گزینش و بهبود رقم‌ها در کنار اقلیم مناسب آب و هوایی و شرایط خاکی مطلوب از مهم‌ترین عوامل زراعی برای حصول عملکرد بالا در گیاه می‌باشد. بدیهی است به‌منظور شناسایی مناسب‌ترین ارقام با در نظر گرفتن اثرات متقابل ژنوتیپ با محیط از اهمیت زیادی برخوردار است و یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین روش‌ها استفاده از GGE biplot است؛ که در تحقیقات زیادی بر روی گیاهان مختلف از جمله ذرت (Meseka *et al*., 2008)، سویا (Jandong *et al*., 2011; Dadras *et al*., 2017)، گندم (Mohammadi *et al*., 2010; Mohammadi *et al*., 2012) و جو (Koocheki *et al*., 2012; Mortazavian *et al*., 2014) مورد استفاده قرار گرفته است.

بر این اساس، مطالعه حاضر با هدف جلوگیری از پسرفت ژنتیکی، ارزیابی صفات زراعی و عملکرد ارقام مختلف و شناسایی برترین ارقام در منطقه طارم در طی دو سال با استفاده از روش گرافیکی طراحی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی پژوهش حاضر در مجموع شامل هفت

رقم نخودفرنگی بود که از پژوهشکده سبزی و صیفی کشور تأمین شد. این ارقام شامل شش رقم جدید به‌نام Golsam، WolfItaly، Stardust، Utrillo، Gs-10 و GreenArrow به همراه رقم بومی (Landrace) منطقه کشت گردید. لازم به ذکر است که در سال اول در مجموع چهار رقم شامل سه رقم جدید به همراه رقم بومی منطقه مورد بررسی قرار گرفت و در سال دوم با فراهم شدن بذر سه رقم دیگر از طریق پژوهشکده سبزی و صیفی تعداد ارقام در سال دوم تحقیق به هفت رقم رسید. این ارزیابی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی ایستگاه تحقیقات زیتون طارم انجام شد.

کشت بذور به‌صورت خطی انجام شد و فاصله بین خطوط کشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله کشت روی خطوط ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل شش خط و هر خط به طول شش متر و عمق کاشت ۲/۵ سانتی‌متر منظور شد. کشت بذور به‌صورت مستقیم در اواسط آذر ماه هر سال انجام شد و در هر نقطه کشت، از چند عدد بذر از هر رقم استفاده شد.

پس از سبز شدن در مرحله دو تا چهار برگی، گیاهچه‌های اضافی حذف یا به اصطلاح تنک شدند. مبارزه با علف‌های‌هرز به‌صورت وجین دستی در مرحله رویشی تا شروع مرحله زایشی انجام شد.

در مرحله برداشت به‌منظور تخمین عملکرد، پس از حذف حاشیه از هر کرت، از بوته‌های باقیمانده استفاده شد و برای اندازه‌گیری اجزاء عملکرد و صفات زراعی، از هر کرت تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و اندازه‌گیری شد. صفات بررسی شده شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی، تعداد شاخه جانبی، میانگین وزن سبز دانه، طول غلاف، عملکرد سبز دانه تک‌بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه سبز، تعداد غلاف در هر بوته و عملکرد سبز غلاف در بوته بودند.

جدول ۱- علائم اختصاری صفات مورد بررسی در ارقام مختلف نخودفرنگی

صفات		علائم اختصاری
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	Plant height	PH
تعداد شاخه اصلی در بوته	Number of main branches	NMB
تعداد شاخه جانبی در بوته	Number of lateral branches	NLB
میانگین وزن سبز دانه (گرم)	Fresh seed weight mean	FSWM
طول غلاف (سانتی‌متر)	Length of pod	LP
عملکرد سبز دانه هر بوته	Fresh seed yield per plant	FSYP
تعداد دانه در غلاف	Number of seed per pod	NSP
وزن صد دانه سبز (گرم)	Hundred fresh seed weights	HFSW
تعداد غلاف در هر بوته	Number of pods per plant	NPP
عملکرد سبز غلاف در بوته (گرم)	Fresh pod yield per plant	FPYP

پس از ثبت داده‌ها، به‌منظور انجام تجزیه واریانس ابتدا مفروضات تجزیه واریانس آزمون شد. پس از اطمینان از برقراری مفروضات تجزیه واریانس از جمله یکنواختی واریانس خطا در دو سال، تجزیه واریانس مرکب با در نظر گرفتن چهار رقم در دو سال انجام شد و مقایسه میانگین ارقام به

روش توکی در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار SAS Ver 9.1 انجام شد.

به‌منظور شناسایی مناسب‌ترین ارقام با در نظر گرفتن همه صفات در طی دو سال از روش گرافیکی بای‌پلات با استفاده از نرم‌افزار GGE biplot (Yan & Kang, 2003) استفاده شد. اگرچه این روش در ابتدا برای تجزیه داده‌های آزمایش‌های چند محیطی برای یک صفت خاص پیشنهاد شد ولی می‌تواند با همان کارایی برای انواع داده‌های دوطرفه که بر ساختار انتری× تستر، مانند ژنوتیپ× صفت تکیه دارند، مورد بهره‌برداری قرار گیرد (Yan & Kang, 2003). بر این اساس، در مطالعه حاضر از این روش استفاده شد. لازم به ذکر است برای داده‌های ژنوتیپ× صفت در نرم‌افزار GGE biplot، با توجه به این‌که صفات مختلف دارای واحدهای متفاوت هستند، لذا ابتدا داده‌ها استاندارد و همه صفات بدون واحد شدند. سپس با استفاده از مدل دو نرم‌افزار، تجزیه مقدار منفرد داده‌های استاندارد شده بر اساس انحراف استاندارد درون صفتی انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های مربوط به فرضیات تجزیه واریانس نشان داد توزیع اشتباهات آزمایشی برای همه صفات از توزیع نرمال تبعیت می‌کند و همچنین برای همه صفات، آزمون یکنواختی واریانس در طی دو سال بر اساس نتایج آزمون بارتلت غیرمعنی‌دار و خطاهای آزمایشی همگن برآورد شدند. بر این اساس تجزیه مرکب انجام شد.

مطابق نتایج، اختلاف بین ارقام از نظر همه صفات مورد بررسی به جزء صفت ارتفاع بوته معنی‌دار بود؛ که نشان‌دهنده تنوع قابل‌توجهی در بین ارقام از لحاظ صفات مورد بررسی است. اختلاف بین دو سال برای همه صفات به غیر از تعداد غلاف در هر بوته و عملکرد سبز غلاف در بوته غیرمعنی‌دار به‌دست آمد. این امر می‌تواند به‌خاطر مشابه بودن تقریبی شرایط آب و هوایی در طی دو سال ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در منطقه طارم در فصول کشت باشد.

مقایسه میانگین ارقام از لحاظ تعداد شاخه اصلی در طی دو سال نشان داد، ارقام Golsam و WolfItaly در سال اول، با اختلاف معنی‌داری بالاترین مقدار این صفت را (به‌ترتیب ۳/۲۶ و ۳/۱۱ شاخه اصلی در بوته) به خود اختصاص دادند و در سال دوم، رقم Gs-10 با ۲/۸۹ شاخه اصلی، هم‌رده با ارقام مذکور به‌ترتیب با ۳/۱۱ و ۲/۸۹ شاخه اصلی بود. در این سال ارقام GreenArrow و Stardust به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه اصلی کمتری (کمتر از ۱/۵ شاخه اصلی) از سایر ارقام داشتند (جدول ۲).

از لحاظ صفت تعداد شاخه جانبی، رقم Sturdust به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه کمتری در سال اول نشان داد. سایر ارقام اختلاف معنی‌دار نداشتند. در هر دو سال بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی نیز به ارقام Golsam و WolfItaly اختصاص داشت (جدول ۱).

بر اساس مقایسه میانگین ارقام از لحاظ عملکرد سبز دانه در بوته در سال اول ارقام Golsam و WolfItaly بالاترین مقدار را داشتند، اما در سال دوم اگرچه ارقام Golsam و WolfItaly با ۷۷/۴۲ و ۷۰/۱۶ گرم بالاترین عملکرد سبز بوته را به خود اختصاص دادند؛ اما با ارقام Ulrillo و بومی منطقه (به‌ترتیب با ۵۸/۶۷ و ۵۸/۳۸ گرم عملکرد سبز دانه)، اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و رقم Green Arrow با ۲۸/۹۸ گرم کمترین عملکرد سبز دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

در مطالعه Ceyhan و Avci (۲۰۱۵) بیشترین عملکرد دانه به لاین PS71 به‌میزان ۲۷۲۷ کیلوگرم

در هکتار و کمترین مقدار آن به رقم تجاری Bolero به‌میزان ۱۲۳۸ کیلوگرم در هکتار اختصاص یافت. طبق نتایج تحقیق آن‌ها، لاین‌های پیشرفته لحاظ این صفات برتر از ارقام تجاری مورد بررسی بودند. از لحاظ طول غلاف در فصل کشت اول سه رقم Golsam، WolfItaly و Landrace با اختلاف غیرمعنی‌دار از هم بلندترین طول غلاف را داشتند اما در فصل کشت دوم، سه رقم Golsam، WolfItaly و Ulrillo (به‌ترتیب با ۹/۸۹، ۸/۸۰ و ۸/۴۰ سانتی‌متر طول غلاف) با اختلاف غیر معنی‌دار از هم در صدر قرار گرفتند (جدول ۲).

پژوهشی برای تعیین ویژگی‌های زراعی نخودفرنگی بر روی نُه ژنوتیپ و دو رقم تجاری Bolero و Utrillo در سال‌های ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲ تکرار در ترکیه انجام شد. آن‌ها تعدادی از صفات زراعی شامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را ارزیابی نمودند. میانگین دو سال نشان داد دامنه تغییرات برای صفت ارتفاع بوته از ۹۴/۶۷ برای ژنوتیپ (PS3048) و ۳۱/۳۸ سانتی‌متر برای ژنوتیپ (PS3055)، برای صفت تعداد غلاف در بوته از ۹/۸۳ برای رقم (Bolero) تا ۲۰/۱۷ برای ژنوتیپ (PS3053)، برای صفت تعداد دانه در غلاف از ۳/۲۵ برای رقم (Utrillo) تا ۵ برای ژنوتیپ (PS3029-B)، برای صفت تعداد دانه در بوته از ۳۰/۵۰ برای ژنوتیپ (Utrillo) تا ۸۳/۸۳ برای ژنوتیپ (PS3053)، برای صفت وزن هزار دانه از ۱۱۷/۸۳ برای ژنوتیپ (PS4053-B) تا ۳۰۳/۳۳ برای ژنوتیپ (Utrillo) و برای صفت عملکرد دانه از ۱۴۰۶/۶۷ برای رقم (Bolero) تا ۲۷۰۰ کیلوگرم در هکتار برای ژنوتیپ (PS4021) متغیر بود. آن‌ها گزارش نمودند که لاین‌های پیشرفته در مقایسه با ارقام تجاری از لحاظ صفات مورد بررسی برتر بودند (Avci & Ceyhan, 2013).

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات زراعی ارقام مختلف نخودفرنگی طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷

سال	ارقام	تعداد شاخص اصلی در بوته	تعداد شاخه جانبی در بوته	عملکرد سبز دانه تک‌بوته (گرم)	طول غلاف (سانتی‌متر)	وزن تک‌دانه (گرم)
۱۳۹۶-۹۷	Golsam	۳/۲۷^{a}	۲۴/۴۷^{ab}	۶۳/۶۹^{a}	۹/۹۳^{a}	۰/۷۳۷^{a}
	WolfItaly	۳/۱۳^{a}	۳۱/۲۰^{a}	۶۳/۰۴^{a}	۹/۱۶^{a}	۰/۶۹۹^{a}
	Stardust	۱/۲۰^{b}	۱۳/۸۰^{b}	۳۹/۴۸^{b}	۵/۰۴^{b}	۰/۲۶۹^{c}
	Landrace	۱/۹۳^{b}	۲۰/۷۳^{ab}	۴۸/۲۱^{b}	۸/۷۳^{a}	۰/۶۳۸^{b}
۱۳۹۷-۹۸	Golsam	۳/۱۱^{a}	۲۷/۲۲^{a}	۷۷/۴۲^{a}	۹/۸۹^{a}	۰/۶۸۹^{a}
	WolfItaly	۲/۸۹^{a}	۲۹/۴۴^{a}	۷۰/۱۶^{a}	۸/۸۰^{ab}	۰/۶۶۴^{a}
	Stardust	۱/۳۳^{b}	۱۴/۱۱^{ab}	۴۵/۶۶^{bc}	۴/۵۷^{d}	۰/۲۲۹^{e}
	Landrace	۱/۸۹^{ab}	۲۰/۶۷^{ab}	۵۸/۳۸^{ab}	۸/۰۳^{b}	۰/۶۲۸^{b}
	Utrillo	۱/۹۰^{ab}	۲۱/۰۰^{ab}	۵۸/۶۷^{ab}	۸/۴۰^{ab}	۰/۶۰۳^{b}
	Gs-10	۲/۸۹^{a}	۲۲/۷۸^{ab}	۴۰/۰۶^{bc}	۶/۳۷^{c}	۰/۴۲۵^{c}
	GreenArrow	۱/۳۳^{b}	۲۳/۰۰^{ab}	۲۸/۹۸^{c}	۵/۵۷^{cd}	۰/۳۲۴^{d}

در هر سال، ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

طی هر دو سال ارزیابی ارقام، رقم Sturdust که در بسیاری از صفات کمترین مقدار را به خود اختصاص داد، از لحاظ میانگین تعداد غلاف‌های بوته، بیشترین مقدار (به‌ترتیب ۲۰/۴ و ۲۲/۷ غلاف

در سال اول و دوم) را نشان داد. کمترین مقدار این صفت نیز به رقم Utrillo با ۱۴/۷ غلاف در بوته اختصاص داشت (جدول ۳).

در هر دو سال ارقام Golsam و WolfItaly از لحاظ صفات میانگین وزن تک‌دانه، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه سبز اختلاف معنی‌داری با سایر ارقام داشته و همچنین بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند و کمترین مقدار در دو فصل کشت را رقم Sturdust نشان داد (جدول‌های ۲ و ۳).

از لحاظ عملکرد سبز غلاف هر بوته در هر دو سال، ارقام Golsam و WolfItaly با اختلاف معنی‌دار از سایر ارقام بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات زراعی ارقام مختلف نخودفرنگی طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷

سال	ارقام	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	عملکرد سبز غلاف تک‌بوته (گرم)
۱۳۹۶-۹۷	Golsam	۶/۷۵^{a}	۷۳/۷۶^{a}	۱۷/۴۰^{b}	۱۵۶/۳۰^{a}
	WolfItaly	۶/۹۱^{a}	۶۹/۸۹^{a}	۱۸/۵۰^{b}	۱۶۹/۱۳^{a}
	Stardust	۵/۳۰^{c}	۲۶/۹۱^{c}	۲۰/۴۰^{a}	۷۳/۶۵^{c}
	Landrace	۶/۲۴^{b}	۶۳/۸۷^{b}	۱۴/۲۶^{c}	۱۱۳/۶۸^{b}
۱۳۹۷-۹۸	Golsam	۶/۴۰^{a}	۶۸/۹۵^{a}	۱۹/۳۳^{b}	۱۷۳/۵۷^{a}
	WolfItaly	۶/۵۷^{a}	۶۶/۴۵^{a}	۱۹/۲۳^{b}	۱۷۶/۴۲^{a}
	Stardust	۴/۸۲^{c}	۲۲/۹۰^{e}	۲۲/۷۰^{a}	۸۱/۹۶^{c}
	Landrace	۵/۷۱^{b}	۶۲/۲۷^{b}	۱۶/۲۳^{c}	۱۲۹/۲۸^{b}
	Utrillo	۵/۶۷^{b}	۶۰/۳۸^{b}	۱۴/۷۰^{d}	۸۸/۸۰^{c}
	Gs-10	۵/۵۶^{b}	۴۲/۵۲^{c}	۱۶/۹۷^{c}	۷۲/۰۱^{c}
	GreenArrow	۴/۵۳^{c}	۳۲۲/۴۴^{d}	۱۹/۱۰^{b}	۶۸/۹۵^{c}

در هر سال ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

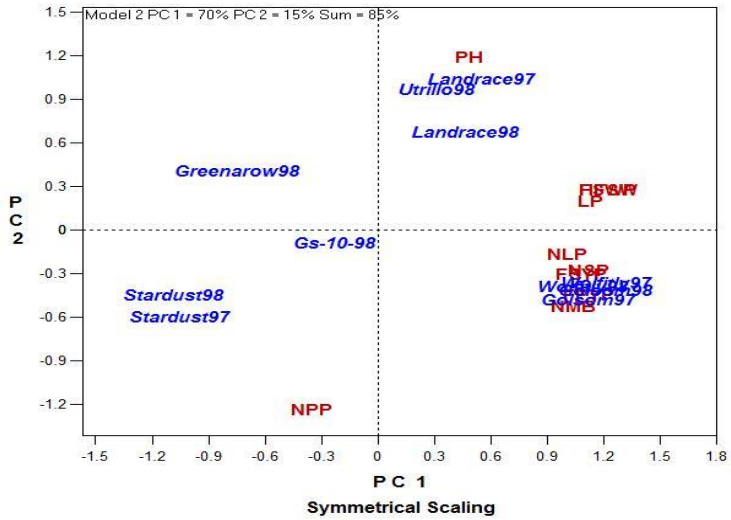
تجزیه گرافیکی بای‌پلات

روش گرافیکی بای‌پلات ژنوتیپ× صفت یا GT بای‌پلات برای تعیین مناسب‌ترین ارقام از لحاظ مجموع صفات و در طی دو سال استفاده شد و نتایج در شکل‌های ۱ تا ۱۰ ارائه شده است. این تجزیه بر اساس روش بای‌پلات ژنوتیپ× صفت (GT biplot) انجام شد.

با اانتخاب مدل تجزیه به مقدار منفرد داده‌های استاندارد شده بر اساس انحراف استاندارد درون صفتی، بای‌پلات ژنوتیپ× صفت تشکیل گردید (Motamedi & Safari, 2019) که در آن صفات مورد بررسی و ژنوتیپ‌ها مورد مطالعه نشان داده شده است برای درک بهتر روابط متقابل بین صفات و ارزیابی ژنوتیپی می‌توان از این خصوصیت بای‌پلات بهره برد، ضمناً مدل استفاده شده در این روش از مدل ۲ نرم‌افزار یعنی مدل استاندارد شده بر اساس SD استفاده شده است. شکل ۱ نشان‌دهنده بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه در طی دو سال است، نتایج حاصل از این روش نشان داد مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب ۷۰ و ۱۵ درصد و در مجموع ۸۵ درصد از کل تغییرات را توجیه نمود که

نشان‌دهنده اعتبار نسبتاً خوب بای‌پلات در توجیه تغییرات است.

در مطالعات زیادی از تجزیه گرافیکی برای شناسایی برترین ارقام استفاده شده است. مطالعه‌ای که در شمال اتیوپی بر روی ۱۰ ژنوتیپ نخودفرنگی در سه سال متوالی در چهار مکان با استفاده از تجزیه بای‌پلات به‌منظور شناسایی ارقام برتر صورت گرفت (Yihunie & Gesesse, 2018). همچنین در مطالعه‌ای دیگر با استفاده از این تجزیه، پایداری ۱۲۱ ژنوتیپ و لاین پیشرفته سویا (*Glycine max*) در دو شرایط تنش خشکی و نرمال و همچنین در دو مکان گنبد کاووس و رشت مورد بررسی قرار گرفت و از این روش برای شناسایی ارقام برتر و متحمل به خشکی استفاده شد. در تحقیق آن‌ها، درصد توجیه مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب ۶۶ و ۲۲ درصد و در مجموع ۸۸ درصد گزارش شد (Dadras *et al*., 2017). در تحقیقی دیگر که بر روی ۲۵ ژنوتیپ کلزا با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو شرایط نرمال و تنش خشکی در مؤسسه تحقیقات و اصلاح بذر در کرج اجرا شد، محققان نتایج را با استفاده از تجزیه علیت و همچنین تجزیه بای‌پلات با استفاده از صفات مورفولوژیکی به همراه صفات عملکرد و اجزای عملکرد مورد ارزیابی قرار دادند، نتایج حاصل از این روش نشان داد مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب ۳۲ و ۲۰ درصد و در مجموع ۵۲ درصد از کل تغییرات در محیط نرمال توجیه نمود (Malekshahi *et al*., 2012). در مطالعه‌ای دیگر که بر روی بررسی ارتباط عملکرد و کیفیت برنج بر اساس بای‌پلات ژنوتیپ در صفت با استفاده از ۶۴ ژنوتیپ برنج شامل چهار رقم بومی، چهار رقم اصلاح شده و ۵۴ لاین موتانت انجام شد، نتایج حاصل از تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ در صفت نشان داد که مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب ۳۳ و ۱۳ درصد و در مجموع ۴۶ درصد از کل تغییرات را توجیه نمود (Sharifi & Ebadi, 2018).



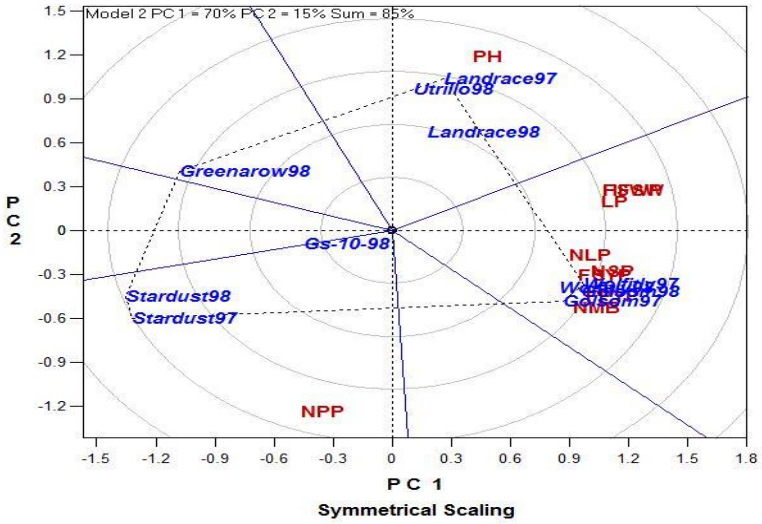
شکل ۱- بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه در طی دو سال (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷) بر اساس مقیاس‌بندی متقارن مقادیر منفرد

در شکل ۲ شمای چند ضلعی بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه در طی دو سال را نشان می‌دهد. ارقامی که حداکثر فاصله را از مبدأ بای‌پلات دارند. به‌وسیله خطوطی

به یکدیگر وصل می‌شوند و سپس از مبدأ مختصات، خطوطی عمود بر اضلاع این چند ضلعی رسم می‌شود و در نهایت محیط‌های بزرگی تشکیل می‌شود. ارقامی که در رأس این چند ضلعی قرار گرفتند، می‌توانند بهترین یا ضعیف‌ترین رقم از نظر صفات مورد بررسی باشند، چون‌که بیشترین فاصله را از مرکز بای‌پلات دارند (Dadras *et al*., 2017; Yan & Kang, 2003).

همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود ارقام Stardust در هر دو سال و Gs-10-98 از لحاظ صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند و همچنین ارقام Golsam و WolfItaly در هر دو سال واجد بیشترین مقدار از لحاظ مابقی صفات بودند. در مقابل رقم GreenArrow در سال دوم از لحاظ هیچ یک از صفات، مقدار قابل‌توجهی نداشت به‌طوری‌که این رقم از لحاظ تمامی صفات کمترین مقدار را به خود اختصاص داد.

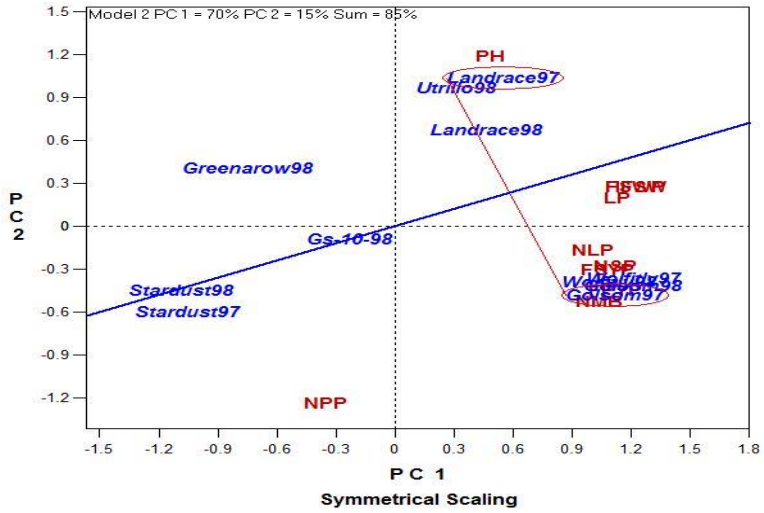
از این نوع گراف بای‌پلات در تحقیقات پیشین نیز استفاده شده است. در مطالعه‌ای که بر هفت نمونه گندم سیاه با استفاده از روش گرافیکی تجزیه بای‌پلات ژنوتیپ در صفت صورت گرفت، از نمودار چند ضلعی برای تعیین نمونه با بیشترین ارزش برای یک محیط یا بیشتر استفاده شد. آن‌ها بر اساس این نمودار، نمونه Barule Ur که واجد بیشترین ارزش عملکرد دانه و تعداد دانه بود شناسایی و گزارش نمودند و نمونه Barule Jr به‌عنوان دیررس‌ترین نمونه با بیشترین مقدار تعداد شاخه اولیه، تعداد برگ و ارتفاع بوته معرفی شد (Joshi & Okuno, 2010).



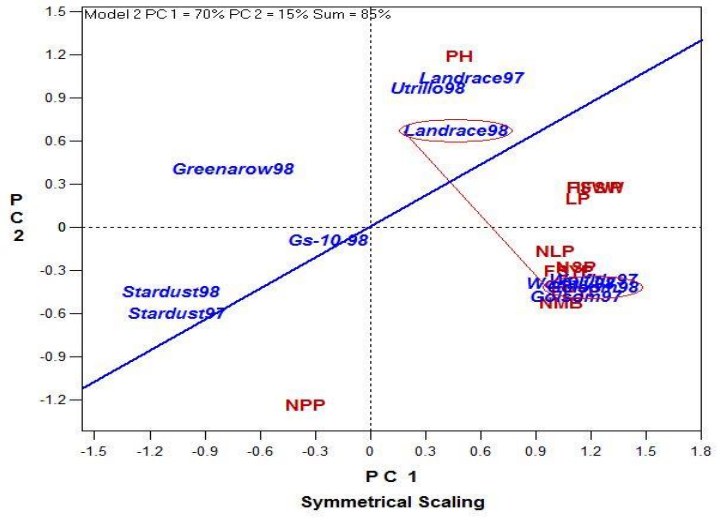
شکل ۲- شمای چند ضلعی بای‌پلات ژنوتیپ× صفت ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه در طی دو سال (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

به‌منظور بررسی ارقام Golsam و WolfItaly به‌عنوان ارقامی که از لحاظ بسیاری از صفات برتر بودند، در مقایسه با رقم Landrace (بومی منطقه) از لحاظ همه صفات در دو سال، به‌ترتیب از شکل ۳ و ۴ استفاده شد. همان‌گونه که در شکل ۳مشاهده می‌شود، در مقایسه ارقام Landrace و Golsam در سال اول فقط ارتفاع بوته (PH) مجاور رقم Landrace و بقیه صفات در سمت راست خط

عمود بر خطی که دو رقم انتخابی را به هم متصل نموده است قرار دارد. این بدان معنی است که رقم Golsam از لحاظ همه صفات مورد بررسی به جزء ارتـفاع بـوته، (دارای مقادیر بزرگ‌تر) نـسبت به رقم Landrace برتر بود. همچنین در سال دوم نتایج مشابه برای همین رقم حاصل شد (شکل ۴). البته بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بین ارقام از لحاظ ارتفاع بوته، اختلاف غیرمعنی‌دار بود.



شکل ۳- مقایسه گرافیکی دو رقم Landrace و Golsam در سال ۹۷-۱۳۹۶ در بای‌پلات ژنوتیپ× صفت

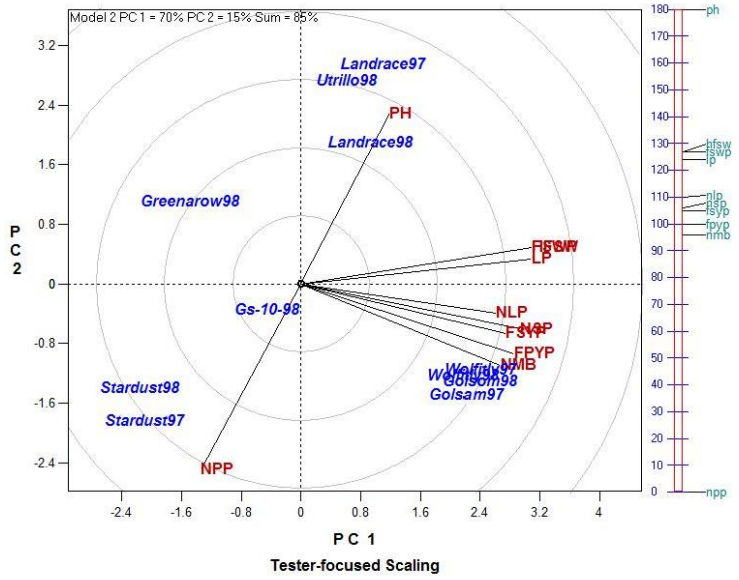


شکل ۴- مقایسه گرافیکی دو رقم Landrace و Golsam در سال ۹۸-۱۳۹۷ در بای‌پلات ژنوتیپ× صفت

همان‌طور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود بردارهای تسترها (صفات) خطوطی هستند که از مبدأ بای‌پلات سرچشمه می‌گیرد و به علائم اختصاری صفات وصل می‌شود و از طرف دیگر کسینوس زاویه بین دو صفت می‌تواند بیانگر ضریب همبستگی بین آن‌ها باشد. شکل بای‌پلات یکی از بهترین تکنیک‌ها برای نمایش گرافیکی روابط متقابل میان صفات است (Yan & Kang, 2003). در این شکل، همبستگی بالا و مثبت با ارتباط نزدیک بین سه صفت وزن صد دانه سبز، عملکرد

سبز دانه هر بوته و طول غلاف به نمایش گذاشته شده است. همچنین این شکل بیانگر همبستگی ضعیف این سه صفت با ارتفاع بوته است. بر این اساس می‌توان اذعان داشت، در ارقام نخودفرنگی مورد بررسی ارتفاع بوته نقش معنی‌داری در بروز عملکرد و اختلاف بین ارقام ایفا نکرد. همچنین همبستگی مثبت بالا با ارتباط نزدیک فی‌مابین پنج صفت تعداد شاخه جانبی، تعداد دانه در غلاف، عملکرد سبز دانه هر بوته، عملکرد سبز غلاف در بوته و تعداد شاخه اصلی مشاهده می‌شود. این بدان معنی است که می‌توان انتظار داشت ارقام نخودفرنگی با تعداد شاخه اصلی و جانبی بیشتر، واجد تعداد دانه در غلاف بیشتر و به‌دنبال آن عملکرد سبز دانه و غلاف بیشتر باشند.

در مطالعه‌ای که بر روی ۲۵ ژنوتیپ کلزا در دو محیط نرمال و تحت تنش خشکی با استفاده از ۱۵ صفت مورد ارزیابی قرار گرفت، از شکل برداری بای‌پلات برای تفسیر روابط بین صفات استفاده شد. در این مطالعه در شرایط نرمال رابطه قوی و مثبت بین صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین و همچنین همبستگی نسبتاً بالا و معنی‌دار بین عملکرد دانه و صفات تعداد دانه در خورجین اصلی، تعداد دانه در خورجین فرعی و تعداد دانه در خورجین گزارش شد (Malekshahi *et al.*, 2012).

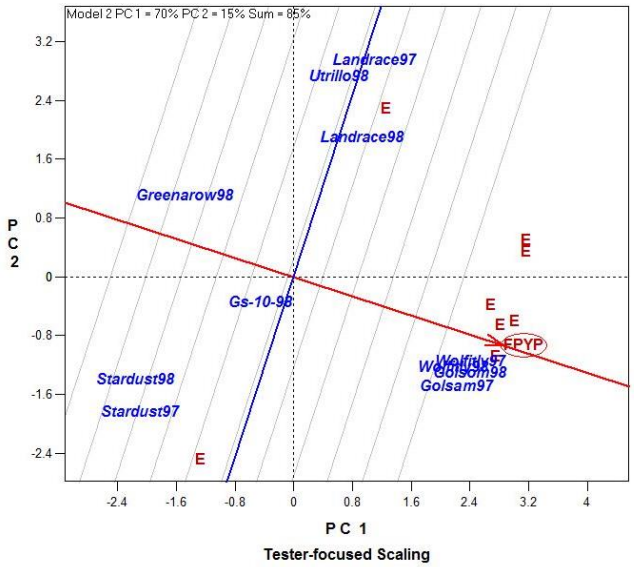


شکل ۵- شمای برداری بای‌پلات ژنوتیپ× صفت که روابط متقابل میان صفات را برای ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه طی دو سال (۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷)

می‌توان از تجزیه گرافیکی بای‌پلات به‌منظور رتبه‌بندی ارقام مورد مطالعه از لحاظ صفات دلخواه استفاده کرد. بدین صورت که هنگامی در نرم‌افزار GGE بای‌پلات صفتی انتخاب می‌شود، خطی موسوم به محور صفت رسم می‌شود که از مبدأ بای‌پلات و علامت مربوط به صفت عبور می‌کند و پیکان روی محور صفت، جهت افزایش مقدار آن صفت را نشان می‌دهد (Yan & Kang, 2003). در شکل‌های ۶ الی ۸ رتبه‌بندی ارقام بر اساس صفات مورد نظر نشان داده شده است. در شکل ۶ رتبه‌بندی ارقام بر اساس صفت عملکرد سبز غلاف در بوته را نشان می‌دهد. در این شکل ارقام

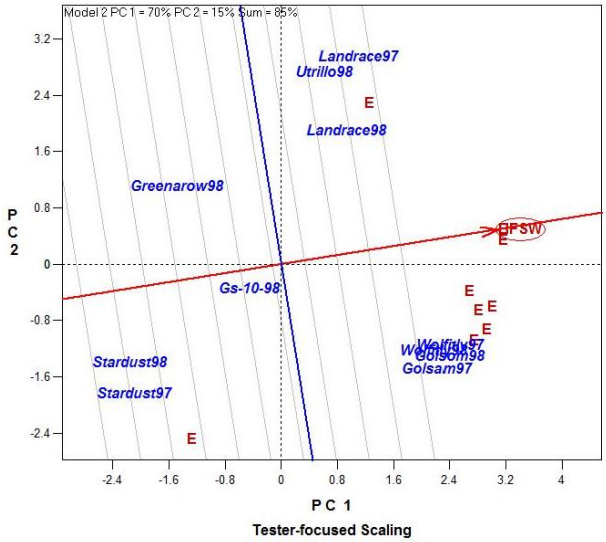
Golsam و WolfItaly در هر دو سال بهترین ارقام از لحاظ این صفت می‌باشند و رقم Greenarrow از لحاظ این صفت ضعیف‌ترین رقم شناسایی شد.

لازم به ذکر است با توجه به همبستگی مثبت و بالای صفات شاخه جانبی، تعداد دانه در غلاف، عملکرد سبز دانه هر بوته و تعداد شاخه اصلی، رتبه‌بندی بر اساس صفات مهم با استفاده از گراف بای‌پلات ارائه شد. از این روش در مطالعات پیشین نیز استفاده شد. از جمله Joshi و Okuno (۲۰۱۰) برای رتبه‌بندی هفت نمونه گندم سیاه تارتاری بر اساس صفت عملکرد دانه در بوته از این روش استفاده کردند و برترین نمونه‌ها را به‌ترتیب Barule Ur، Ghiling Tite و Marang Tite رتبه‌بندی نمودند. همچنین بر همین اساس در پژوهشی دیگر رتبه‌بندی ۶۴ ژنوتیپ مختلف برنج بر اساس صفت عملکرد دانه، مشخص نمود که ژنوتیپ G7 (TM6-B-7-1) برترین ژنوتیپ است و به‌دنبال آن ژنوتیپ‌های G6 (TM6-B-2-1-E)، G5 (TM6-250-15-5-1)، G32 (HM5-250-7-6)، G1 (TM6-220-10-4-1)، G14 (FM6-200-E6)، G23 (HM5-250-E-1-1) و G24 (HM5-250-E-3-2) به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر گزارش شدند (Sharifi & Ebadi, 2018).



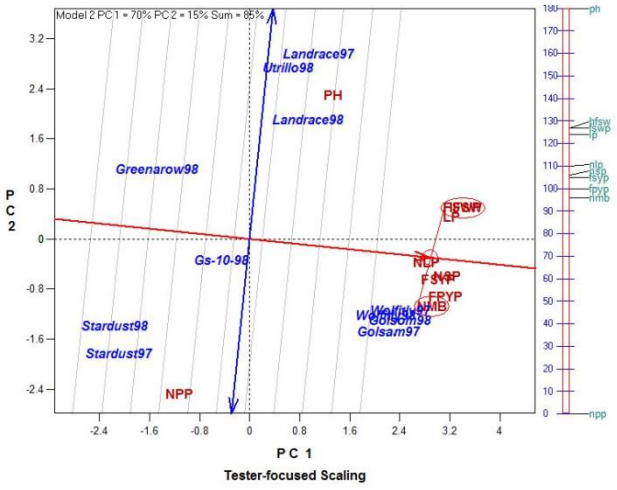
شکل ۶- شمای بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه بر اساس صفت عملکرد سبز غلاف در بوته

در شکل ۷ رتبه‌بندی ارقام بر اساس صفت وزن صد دانه سبز را نشان می‌دهد، بر اساس این گراف، ارقام Golsam، WolfItaly و Landrace در هر دو سال به همراه رقم Utrillo بالاترین وزن صد دانه را به خود اختصاص دادند. رقم Stardust نیز در هر دو سال کمترین وزن صد دانه را داشت. خاطر نشان می‌شود که این نتایج با نتایج مقایسه میانگین همخوانی دارد.



شکل ۷- شمای بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه بر اساس صفت وزن صد دانه سبز

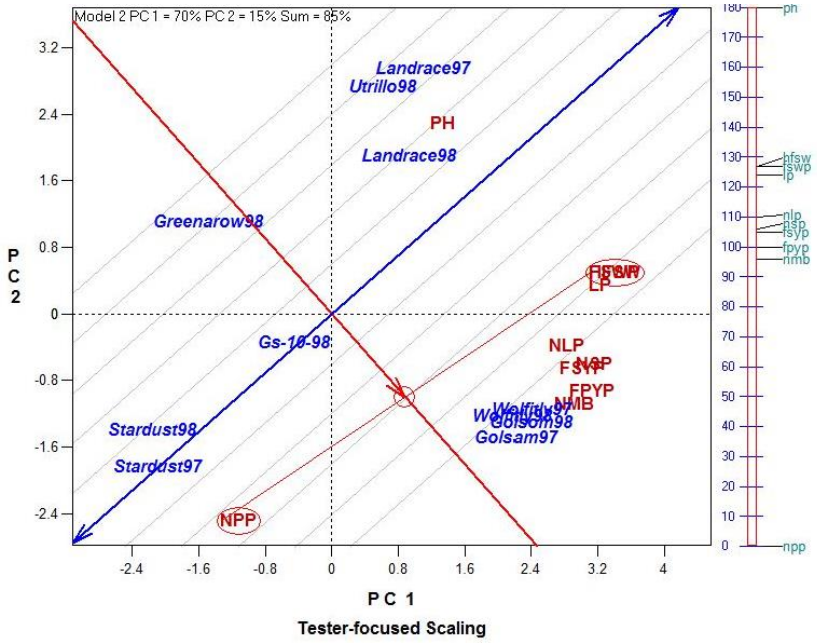
در ادامه به بررسی گراف‌هایی پرداخته می‌شود که بتوان دو صفت را همزمان برای رتبه‌بندی ارقام استفاده نمود. در شکل ۸ رتبه‌بندی ارقام نخودفرنگی مورد بررسی، بر اساس دو صفت وزن صد دانه سبز (که همبستگی بالایی با صفات عملکرد سبز دانه هر بوته و طول غلاف) و تعداد شاخه اصلی (که همبستگی بالایی با صفات تعداد شاخه جانبی، تعداد دانه در غلاف، عملکرد سبز دانه هر بوته و عملکرد سبز غلاف در بوته) به‌طور همزمان انجام شد. این دو صفت همبستگی مثبت و قوی با صفات شاخه جانبی، تعداد دانه در غلاف، عملکرد سبز دانه هر بوته و عملکرد سبز غلاف در بوته داشتند و به همین دلیل انتخاب شدند. بر اساس نتایج گراف، بهترین ارقام Golsam، WolfItaly و Landrace در هر دو سال به همراه رقم Utrillo می‌باشند و رقم Stardust نیز از لحاظ رتبه‌بندی همزمان دو صفت فوق در دو سال، ضعیف‌ترین رقم ظاهر شد.



شکل ۸- شمای بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه بر اساس دو صفت وزن صد دانه سبز و تعداد شاخه اصلی به‌طور همزمان

در شکل ۹ رتبه‌بندی ارقام نخودفرنگی مورد بررسی بر اساس دو صفت وزن صد دانه سبز و تعداد غلاف در بوته به‌طور هم‌زمان می‌باشد. از آن‌جایی که صفت وزن صد دانه سبز با دو صفت عملکرد سبز دانه هر بوته و طول غلاف همبستگی بسیار بالایی داشت؛ می‌توان نتیجه گرفت که نتایج به‌دست آمده برای دو صفت دیگر نیز مشابه است. بر اساس نتایج این گراف، ارقام برتر Golsam، WolfItaly در هر دو سال می‌باشند و رقم Greenarrow ضعیف‌ترین رقم شناسایی شد.

Motamedi و Safari (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای روی ارزیابی تعدادی از ارقام گندم و هیبریدهای آن از بای‌پلات ژنوتیپ× صفت استفاده نمودند آن‌ها برای شناسایی ژنوتیپ های متحمل و پرمحصول در هر دو شرایط تنش و غیرتنش بر اساس دو شاخص STI و SSI ارقام گندم را رتبه‌بندی نمودند.

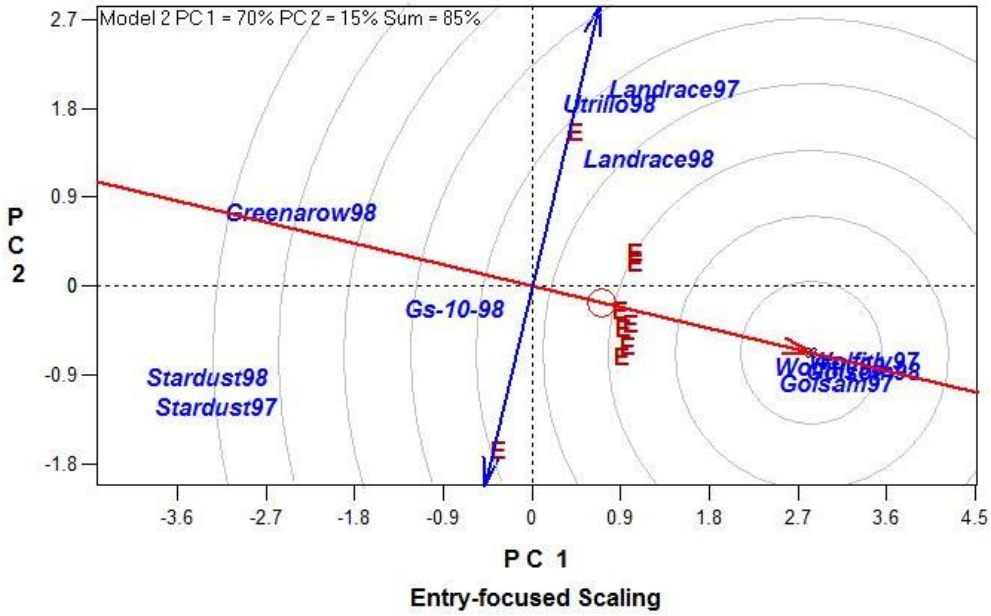


شکل ۹- شمای بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای رتبه‌بندی ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه بر اساس دو صفت وزن صد دانه سبز و تعداد غلاف در هر بوته به‌طور هم‌زمان

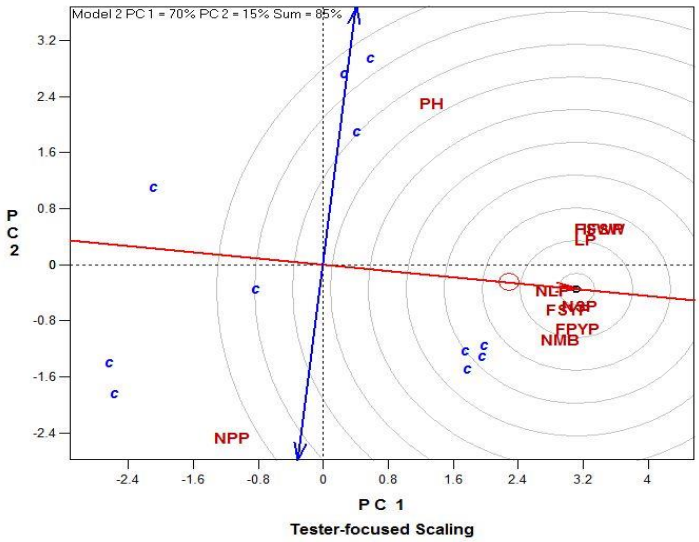
در شکل ۱۰ بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای مقایسه ارقام نخودفرنگی مورد مطالعه ژنوتیپ ایده‌آل فرضی با استفاده از GGE بای‌پلات را نشان می‌دهد. نمودار ژنوتیپ ایده‌آل، بر اساس تعیین فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل فرضی رسم می‌شود. یک ژنوتیپ ایده‌آل، ژنوتیپی است که دارای بیشترین مقدار را از نظر صفات مورد بررسی داشته باشد و از نظر مکانی در مرکز دوایر متحدالمرکز بای‌پلات قرار می‌گیرد (Yan & Kang, 2003). مطابق شکل ۹، ارقام Golsam و WolfItaly در هر دو سال نزدیک‌ترین ارقام به ژنوتیپ ایده‌آل فرضی می‌باشند و بعد از آن‌ها Landrace در هر دو سال به همراه رقم Utrillo به ژنوتیپ ایده‌آل فرضی نزدیک می‌باشند. Gesesse و Yihunie (۲۰۱۸) از این تکنیک برای شناسایی ژنوتیپ ایده‌آل در مطالعه خود استفاده کردند و گزارش نمودند از بین ۱۰ ژنوتیپ نخودفرنگی مورد بررسی، نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ ایده‌آل فرضی EH99005-7

می‌باشد. همچنین Dadras و همکاران (۲۰۱۷) لاین ۳۷ سویا حاصل تلاقی Gorgan3 در Williams بود را از بین لاین‌های پیشرفته مورد بررسی به‌عنوان نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ ایده‌آل فرضی گرازش نمودند و بعد از آن نزدیک‌ترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده‌آل فرضی به‌ترتیب لاین‌های حاصل از تلاقی Spry در Kitimisharo، Sahar در Katoul، Gorgan3 در K778، Sahar در Hamilton بودند.

در شکل ۱۱ نمودار مقایسه همه صفات با صفت ایده‌آل فرضی را نشان می‌دهد، صفت ایده‌آل فرضی، از نظر مکانی در مرکز دوایر متحدالمرکز بای‌پلات قرار می‌گیرد (Yan & Kang, 2003). بر طبق شکل ۱۱ صفاتی که بیشترین تأثیر را داشتند عبارت‌اند از تعداد دانه در غلاف، عملکرد سبز دانه هر بوته، تعداد شاخه جانبی، عملکرد سبز غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد شاخه اصلی، عملکرد سبز دانه هر بوته و وزن صد دانه سبز می‌باشند. به‌عبارت‌دیگر تمام صفات به غیر از صفت ارتفاع بوته و تعداد غلاف در بوته اطلاعات ارزشمندی از تمایز ارقام و شناسایی ارقام برتر در اختیار ما قرار دادند. Ebadi و Sharifi (۲۰۱۸) با بررسی نمودار مقایسه همه صفات با صفت ایده‌آل فرضی گزارش نمودند که نزدیک‌ترین صفات به صفت ایده‌آل فرضی به‌ترتیب وزن خوشه، تعداد دانه پر در هر خوشه، تعداد خوشه‌چه، عرض دانه، دمای ژلاتینی شدن، عملکرد دانه، طول دانه، وزن هزار دانه، طول میانگره و محتوای آمیلوز می‌باشند.



شکل ۱۰- شمای بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای مقایسه ژنوتیپ‌های نخودفرنگی مورد مطالعه ژنوتیپ ایده‌آل فرضی



شکل ۱۱- شمای بای‌پلات ژنوتیپ× صفت برای مقایسه همه محیط‌ها (صفات) مورد مطالعه با محیط (صفت) ایده‌آل فرضی

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست آمده، می‌توان با جمع‌بندی از نتایج مقایسه میانگین‌ها و تجزیه گرافیکی اظهار داشت ارقام Golsam و WolfItaly با حفظ پایداری، در مجموع صفات، در شرایط اقلیمی طارم برتر از ارقام دیگر و رقم Landrace یا رقم بومی منطقه ظاهر شدند و همچنین از بین صفات زراعی و عملکردی مورد مطالعه، همه صفات به غیر از ارتفاع بوته، می‌توانند در تمایز ارقام و مقایسه آن‌ها ارزشمند باشند.

References

- Avci, M. A. & Ceyhan, E. (2013). Determination of some agricultural characters of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 12(7), 798-802.
- Campbell, B. T. & Jones, M. A. (2005). Assessment of genotype environment interaction for yield and fiber quality in cotton performance trials. *Euphytica*, 144, 69-78.
- Ceyhan, E. & Avci, M. A. (2015). Determination of some agricultural characters of developed pea (*Pisum sativum* L.) lines. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*, 9(12), 1235-1238.
- Dadras, A. R., samizadeh, H. & Sabouri, H. (2017). Evaluation of soybean varieties and advanced lines yield under drought stress conditions using GGE biplot analysis. *Journal of Crop Breeding*, 9(23), 18-26.
- Food and Agriculture Organization. (2018). International Year of the Potato 2018. In FAOSTAT, from http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC
- Hanci, F. (2019). Genetic variability in peas (*Pisum sativum* L.) from Turkey assessed with molecular and morphological markers. *Folia Horticulturae*, 31(1), 101-116.

- Jandong, E. A., Uguru, M. I. & Oyiga, B. C. (2011). Determination of yield stability of seven soybean (*Glycine max*) genotypes across diverse soil pH levels using GGE biplot analysis. *Journal of Applied Biosciences*, 43, 2924-2941.
- Joshi, B. K. & Okuno, K. (2010). A genotype by trait biplot analysis for multiple traits-based selection of genotypes of Tartary buckwheat. *Fagopyrum*, 27, 13-19.
- Khan, M. R. A., Mahbub, M. M., Reza, M. A., Shirazy, B. J. & Mahmud, F. (2016). Selection of field pea (*Pisum sativum* L.) genotypes through multivariate analysis. *Scientia Agriculturae*, 16(3), 98-103.
- Koochaki, A. & Banayan, M. (1997). Pulses Crop. Mashhad University Press, 236. (In Farsi)
- Koocheki, A. R., Sorkhilaleloo, B. & Eslamzadeh Hesari, M. R. (2012). Yield stability of barley elitegenotypes in cold regions of Iran using GGE biplot. *Seed and Plant Improvement Journal*, 28, 533-543. (In Farsi)
- Malekshahi, F., Dehghani, H. & Alizade, B. (2012). Biplot trait analysis of some of canola (*Brassica napus* L.) genotypes in irrigation and drought stress conditions. *Journal of Plant Productions*, 35(3), 1-16. (In Farsi)
- Meseka, S. K., Menkir, A. & Ibrahim, A. (2008). Yield potential and yield stability of maize hybrids selected for drought tolerance. *Journal of Applied Biosciences*, 3, 82-90.
- Mohammadi, R., Haghparast, R., Amri, A. & Ceccarelli, S. (2010). Yield stability of rainfed durum wheat and GGE biplot analysis of multi-environment trials. *Crop and Pasture Science*, 61(1), 92-101.
- Mohammadi, R., Armion, M., Zadhasan, E., Ahmadi, M. M. & Sadeghzadeh Ahari, D. (2012). Genotype× nvironment interaction for grain yield of rainfed durum wheat using the GGE bipot model. *Seed and Plant Improvement Journal*, 28, 503-518. (In Farsi)
- Mortazavian, S. M. M., Nikkhah, H. R., Hassani, F. A., Sharif-al-Hosseini, M., Taheri M. & Mahlooji, M. (2014). GGE-biplot and AMMI analysis of yield performance of barley genotypes across different environments in Iran. *Journal of Agricultral Science and Technology*, 16, 609-622.
- Motamedi, M. & Safari, P. (2019). Evaluation of water deficient stress tolerance in some wheat cultivars and their hybrids using canonical discriminant analysis and genotype by trait biplot. *Journal of Crop Breeding*, 11(29), 104-116. (In Farsi)
- Murtaza, G. M., Asghar, R., Ahmad, S. & Majid, S. A. (2007). The yield and yield components of pea (*Pisum sativum* L.) as influenced by salicylic acid. *Pakistan Journal of Botany*, 39(2), 551.
- Peksen, E., Peksen, A., Bozoglu, H. & Gulumser. A. (2004). Comparison of fresh pod yield and pod related characteristics in Pea (*Pisum sativum* L.) cultivars sown in autumn and spring under Samsun ecological conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28, 363-370.
- Razavi, M. & Akbari, A. (2014). Biophysical Properties of Agricultural Products and Foods. Ferdowsi. University of Mashhad Press.
- Sharifi, P. & Ebadi, A. A. (2018). Relationships of rice yield and quality based on genotype by trait (GT) biplot. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 90(1), 343-356.
- Sidlauskas, G. & Bernotas, S. (2003). Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research*, 1(2), 229-243.

- Wozniak, A. (2013). The yielding of pea (*Pisum sativum* L.) under different tillage conditions. *ACTA Scientiarum Polonorum*, 2, 133-141.
- Yan, W. & Kang, M. S. (2003). GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Yihunie, T. A. & Gesesse, C. A. (2018). GGE biplot analysis of genotype by environment interaction in field Pea (*Pisum sativum* L.) genotypes in northwestern Ethiopia. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 21, 67-74.