University of Tehran Press

Iranian Journal of Field Crop Science

Online ISSN: 2423-8082

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

Evaluation of Adaptability and Stability of Yield of Selected PachBaghela Lines in Spring Cultivation (*Phaseolus vulgaris*) in Guilan Province

Ali Akbar Ghanbari [1]✉ | Mehran Gholami [2]| Mehrzad Ahmadi [3]

1. Corresponding Author, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: aghanbari@areeo.ac.ir
2. Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran. Email: m.gholami@areeo.ac.ir
3. Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: mhr.ahmadi@areeo.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: September 26, 2022
Received in revised form: January 10, 2023
Accepted: February 25, 2023
Published online: September 23, 2023

Keywords:
Fresh pods,
GGE biplot,
line,
PachBaghela,
yield.

ABSTRACT

This study was conducted to obtain high yielding adaptive lines of PachBaghela (*Phaseolus vulgaris*) in Guilan region, using randomized complete block design with three replications in spring season in three locations of Guilan province (Lahijan, Rasht, Shanderman) in 2016 and 2018 cropping seasons. Nine lines were evaluated along with local landrace. The results of combined analysis of variance of fresh pod yield in three regions during two years showed that the effect of genotype and the interaction of genotype × location × year were significant. Also, the results showed that the lines had a significant difference in fresh pod yield. The comparison of the average yield of fresh pods in the studied regions during two years showed that the G9 line had the highest yield and the lowest yield was related to the local landrace in the spring cultivation. Analyzing the stability of fresh pod yield by the non-parametric rank method showed that G9 and G8 lines were the most stable lines. Also, based on the GGE biplot, G9 and G8 lines were selected as the best lines with high yield and compatibility.

Cite this article: Ghanbari, A.A., Gholami, M., & Ahmadi, M. (2023). Evaluation of adaptability and stability of yield of selected PachBaghela lines in spring cultivation (*Phaseolus vulgaris*) in Guilan province. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *54*(3), 27-40. DOI: 10.22059/ijfcs.2023.348968.654943.

© The Authors.
Publisher: University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/ijfcs.2023.348968.654943

انتشارات دانشگاه تهران

علوم گیاهان زراعی ایران

شاپا الکترونیکی: ۸۰۸۲-۲۴۲۳

Homepage:https://ijfcs.ut.ac.ir/

بررسی سازگاری و پایداری عملکرد لاین‌های منتخب پاچباقلا (*Phaseolus vulgaris*) در کشت بهاره استان گیلان

علی اکبر قنبری[۱]✉ | مهران غلامی[۲] | مهرزاد احمدی[۳]

۱. نویسنده مسئول، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران.
رایانامه: aghanbari@areeo.ac.ir

۲. مرکز تحقیقات کشاورزی و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، رشت، ایران.
رایانامه: m.gholami@areeo.ac.ir

۳. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، کرج، ایران. رایانامه: mhr.ahmadi@areeo.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۰۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۶
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۰۱

کلیدواژه‌ها:
پاچباقلا،
GGE بای پلات،
عملکرد،
غلاف تر،
لاین.

چکیده

به‌منظور دست‌یابی به ارقام پرمحصول پاچباقلا و سازگار به منطقه گیلان در کشت بهاره، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در فصل بهار در سه منطقه از استان گیلان (لاهیجان، رشت، شاندرمن) طی دو سال زراعی (سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷) انجام شد. تعداد نه لاین به‌همراه توده محلی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفت عملکرد غلاف تر در سه منطقه طی دو سال نشان داد که اثر ژنوتیپ و برهمکنش ژنوتیپ× مکان× سال معنی‌دار بودند. همچنین، نتایج نشان داد که لاین‌ها از نظر عملکرد غلاف تر با هم اختلاف معنی‌دار داشتند. مقایسه میانگین عملکرد غلاف تر در مناطق مورد مطالعه طی دو سال نشان داد که در کشت بهاره لاین G9 بیشترین عملکرد را داشت و کمترین عملکرد مربوط به توده محلی بود. تجزیه پایداری عملکرد غلاف تر به روش ناپارامتری رتبه نشان داد که لاین‌های G9 و G8 پایدارترین لاین‌ها بودند. همچنین براساس نمودار GGE بای‌پلات، لاین‌های G9 و G8 به‌عنوان لاین‌های برتر با عملکرد و سازگاری بالا انتخاب شدند.

استناد: قنبری، ع.ا.، غلامی، م.، و احمدی، م. (۱۴۰۲). بررسی سازگاری و پایداری عملکرد لاین‌های منتخب پاچباقلا (*Phaseolus vulgaris*) در کشت بهاره استان گیلان. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۴(۳)، ۴۰-۲۷.
DOI: 10.22059/ijfcs.2023.348968.654943

ناشر: موسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان

۱. مقدمه

پاچ‌باقلا یکی از مهم‌ترین حبوبات استان گیلان است که به‌دلیل دامنه گسترده کشت، پایین‌بودن هزینه تولید، بازده اقتصادی بالا، تناوب مناسب در کشت برنج و ارزش غذایی مناسب از اهمیت زیادی در این استان برخوردار است. این گیاه با نام پاچ‌باقلا (*Phaseolus vulgaris*) در واقع به لوبیا چیتی شبیه بوده ولی کشیده‌تر از آن است. از دیرباز پاچ‌باقلا در غذاهای شمالی از جمله خورش معروف باقالی‌قاتق استفاده می‌شود. دوره رشد این محصول کوتاه و در حدود ۷۰–۶۰ روز و قابلیت کشت به‌صورت بهاره و تابستانه را دارد. با وجود جایگاه مناسب این گیاه در منطقه گیلان با سطح کشت سالانه ۲۰–۱۵ هزار هکتار (که از این میزان حدود ۶۰ درصد مربوط به کشت بهاره است)، فعالیت تحقیقاتی در رابطه با اصلاح و معرفی ارقام آن انجام نشده و تاکنون رقمی از آن در ایران اصلاح و معرفی نشده است. در حال حاضر در مناطق شمالی کشور، کشاورزان از توده‌های محلی پاچ‌باقلا استفاده می‌کنند که از عملکرد چندانی برخوردار نبوده و غیر یکنواختی در تولید محصول، مشکلاتی را در کشت این گیاه ایجاد کرده است (Ghanbari, 2015). یکی از ویژگی‌های توده‌های پاچ‌باقلا وجود رگه‌های مشکی، قرمز و یا قهوه‌ای روی بذر آن است که توده‌های رگه مشکی بیشتر کشت شده و مورد پسند مصرف‌کننده است. پیش‌بینی می‌شود که در صورت ایجاد ارقام جدید این گیاه زراعی و معرفی آن به کشاورزان منطقه، سطح کشت آن تا حد قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد. هم‌اکنون نیز اراضی وسیعی از استان گیلان به‌صورت بهاره و تابستانه زیر کشت توده‌های پاچ‌باقلا می‌باشد. اگرچه توده‌های پاچ‌باقلا مشخص و قابل تفکیک هستند؛ ولی هر کدام از توده‌ها از اختلاط و تنوع ژنتیکی بالایی برخوردار هستند (Ghanbari, 2015).

مطالعه و سنجش میزان سازگاری و پایداری عملکرد ارقام در شرایط مختلف محیطی در برنامه‌های اصلاح نباتات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هر محصولی حداکثر رشد و عملکرد خود را در مجموعه خاصی از شرایط محیطی دارد. در این میان، نه‌تنها محصولات، بلکه ارقام مختلف یک محصول نیز تفاوت‌های زیادی را در سازگاری با محیط‌های مختلف نشان می‌دهند (Khajehpour, 2001). بنابراین انتخاب صحیح رقم برای یک مکان خاص تاثیر زیادی بر نتایج پروژه‌های تولیدی کشاورزی دارد (Yazdi Samadi & Poustini, 1995). در مورد رقم، صفاتی که از نظر به‌نژادی اهمیت دارند عبارتند از: زمان رسیدن، عادت رویشی گیاه، وضعیت غلاف، رنگ غلاف لوبیا، شکل، نرمی، عمر انباری، مقاومت در برابر بیماری‌ها، زودرسی، توان رویشی گیاه، طول غلاف، مزه خوب و دلچسب و بازارپسندی (Peyvast, 2006). علاوه‌بر موارد مذکور، عوامل دیگری مانند جمعیت و تقاضا، امکانات حمل و نقل، وجود کارگر و رقابت سایر محصولات نیز تعیین‌کننده مرکز تولید محصولی خاص هستند (Ghanbari & Beyzaei, 2004).

معمولاً اصلاح‌گران سعی می‌کنند ژنوتیپ‌هایی را انتخاب کنند که در همه سال‌ها و مکان‌ها پایداری و عملکـرد بالا داشته باشند. درمجموع، یک ژنوتیپ زمانی پایدار است که عملکرد آن از میانگین عملکرد یک گروه از ارقام شاهد در محیط‌های مختلف انحراف نداشته باشد (Gancales *et al*., 2003). از عوامل مؤثر بر میزان تولید گیاهان زراعی، برهم‌کنش ژنوتیپ × محیط می‌باشد. هرچه این برهم‌کنش کمتر باشد، پایداری تولید بیشتر خواهد بود. وقتی واریته‌ها در محیط‌های گوناگون با یکدیگر مقایسه می‌شوند، وضعیت آنها در این محیط متفاوت بوده و این امر سبب می‌شود که نتوان برتری یکی را بر دیگری مشخص کرد. زمانی که ارقام در شرایط محیطی مختلف مورد مقایسه قرار می‌گیرند، عملکردشان نسبت به یکدیگر ممکن است یکسان نباشد. یک رقم ممکن است در یک محیط حداکثر عملکرد و در محیط‌های دیگر عملکرد ناچیزی داشته باشد. تغییرات در عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف به برهمکنش ژنوتیپ × محیط نسبت داده می‌شود (Farshadfar, 1998).

استفاده از جمعیت‌های بومی در برنامه‌های به‌نژادی لوبیا به‌دلیل برتری آنها از نظر سازگاری مورد تاکید می‌باشد (Franca Dantas & Blumenschein, 1977). Salehi (2005) با بررسی لاین‌های انتخابی از ۵۰ توده بومی لوبیا چیتی در استان فارس، تعداد سه لاین برتر از نظر عملکرد و سایر صفات زراعی را انتخاب کرد. Beyzaei & Lak (2000) در بررسی و مقایسه عملکرد و تعیین سازگاری ده لاین لوبیا سفید، دو لاین به نام‌های G-11867 و Jules را برای کشت در منطقه استان مرکزی معرفی کردند. Molaei & Ghaffari Khaliq (2006) تعداد ۱۲ ژنوتیپ لوبیا سفید، شامل یازده لاین و رقم شاهد دانشکده را در منطقه لردگان مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تفاوت بین تیمارها از نظر عملکرد دانه و اجزای آن معنی‌دار بود. دو لاین

Karacasehiro و Goynok98 به‌ترتیب با متوسط عملکرد دانه ۴۲۸۲ و ۳۴۳۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد برتر و لاین Goynok 98 از بازارپسندی بسیار خوبی برخوردار بود. Dorri *et al.* (2005) به‌منظور بررسی و تعیین پایداری هشت ژنوتیپ لوبیا در محیط‌های تنش و بدون تنش، آزمایشی سه‌ساله انجام دادند. تجزیه وایانس مرکب عملکرد نشان داد ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند و اثرات سال و مکان نیز معنی‌دار بود. Sabbaghpour *et al.* (2005) سازگاری ۱۸ لاین و رقم نخود سفید را بررسی کردند. نتایج تجزیه مرکب در شش منطقه طی سه سال نشان داد که برهمکنش سال × مکان و رقم × مکان و برهمکنش رقم × سال × مکان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. ارقام از نظر عملکرد اختلاف معنی‌دار آماری داشتند. نتایج تجزیه پایداری به روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری نشان داد که یکی از نمونه‌ها به عنوان پایدارترین ژنوتیپ شناسایی شد. Escribano *et al.* (1994) برای مطالعه تنوع ژنتیکی، ۵۶ نژاد بومی لوبیا (*P. vulgaris*) را در چهار محیط از شمال غربی اسپانیا کشت کردند. کلیه صفات مورد بررسی در جمعیت‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار نشان دادند و اغلب اثرات متقابل ژنوتیپ * محیط، معنی‌دار بودند. دامنه وراثت‌پذیری عمومی برای صفات مورد ارزیابی از ۱۲ درصد برای عملکرد تا ۸۷ درصد برای طول بذر نوسان داشت. Krause *et al.* (2009) اظهار داشتند که تعیین تفاوت‌های ژنتیکی میان ژنوتیپ‌ها، امکان انتخاب والدین مناسب برای به‌دست‌آوردن اثر هتروزیستی و افزایش احتمال شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در نسل‌های در حال تفکیک را میسر می‌کند. این محققان هفت صفت زراعی را در ۱۵ ژنوتیپ لوبیا سبز بررسی کردند تا اهمیت نسبی هر یک از صفات موجود در ژنوتیپ‌ها را در برنامه‌های اصلاحی مشخص کنند. صفات تعداد روز تا گلدهی، روز تا برداشت، میانگین طول غلاف، تعداد غلاف در بوته و واحد سطح، قطر غلاف و وزن کل غلاف بررسی شد. صفاتی که بیشترین تأثیر را در تنوع ژنوتیپی داشتند شامل تعداد روز تا برداشت، طول غلاف و قطر غلاف بودند.

پایداری ۱۵ لاین لوبیا قرمز در دو سال و پنج منطقه از اتیوپی با استفاده از روش AMMI و GGE بای‌پلات بررسی شد. تجزیه وایانس مرکب عملکرد نشان داد ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. براساس نتایج آزمایش، سه ژنوتیپ سازگار با مناطق انتخاب شدند (Zeleke *et al.*, 2016). همچنین در تحقیقی پایداری عملکرد دانه ۲۷ ژنوتیپ لوبیا در ۹ مکان، در ایالت سانتاکاتارینا، برزیل، مورد ارزیابی قرار گرفت و یک ژنوتیپ به‌عنوان پرمحصول‌ترین و پایدارترین تعیین شده که نزدیک‌ترین ژنوتیپ به ژنوتیپ ایده‌آل برای منطقه هدف بود (Baldin *et al.*, 2021). Awan *et al.* (2014) تعداد ۳۰ ژنوتیپ لوبیا را از نظر صفات مورفولوژیکی و زراعی بررسی کرده و نتیجه گرفتند که تنوع بسیار بالایی از نظر عملکرد، تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه و تعداد دانه در غلاف بین ژنوتیپ‌ها وجود دارد. این محققان اظهار کردند که از این تنوع می‌توان در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد و یا به‌طور مستقیم و پس از ارزیابی در مکان‌های آزمایشی مختلف می‌توان رقم مناسب برای هر منطقه را معرفی کرد. در مطالعه پایداری ژنوتیپ‌های بزرک در ۱۸ محیط در اتیوپی، از سه کمیت پارامتری و دو کمیت ناپارامتری استفاده و یک ژنوتیپ به‌عنوان ژنوتیپ پایدار معرفی شد. مقایسه بین نتایج این روش‌ها نشان داد که ضریب تغییرات، واریانس پایداری و واریانس رتبه با نتایج مشابهی در مورد پایداری ژنوتیپ‌ها همراه بودند (Adugna & Labuschagne, 2003).

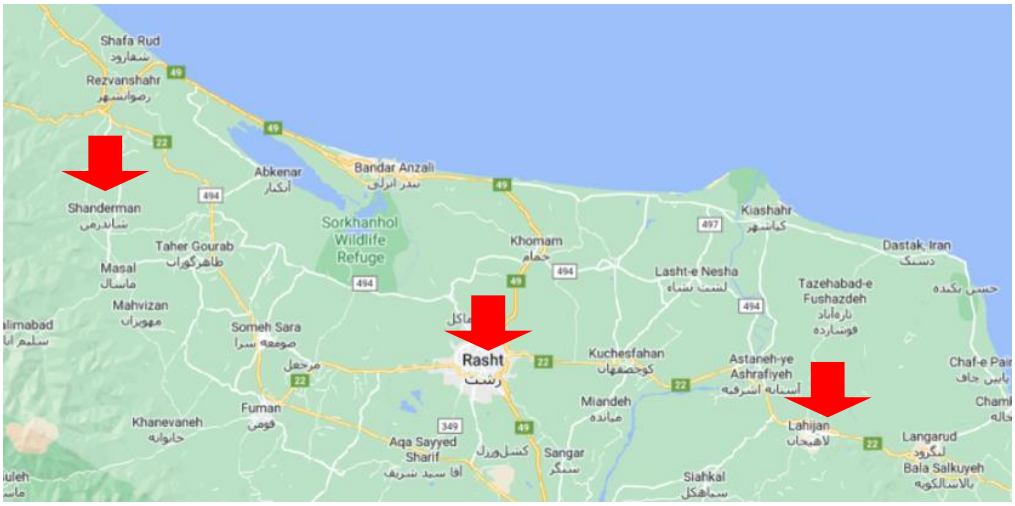
نبود ارقام اصلاح‌شده پاچ‌باقلا در ایران سبب شده است که کشاورزان از توده‌های بومی استفاده کنند و از طرفی، امکان کشت بهاره و تابستانه این محصول در استان گیلان، دست‌یابی به ارقام اصلاح‌شده با عملکرد بالا، بازارپسند و سازگار با مناطق تولید حائز اهمیت است. براین‌اساس با هدف معرفی لاین امیدبخش پرمحصول با پایداری و سازگاری مناسب، نه لاین پاچ‌باقلا منتخب از آزمایش‌های مقدماتی ارزیابی عملکرد حاصل از برنامه‌های به‌نژادی این گیاه در بخش تحقیقات سبزی و صیفی موسسه نهال و بذر به‌همراه توده محلی شاهد، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۲. روش‌شناسی پژوهش

به‌منظور دست‌یابی به لاین‌های پرمحصول پاچ‌باقلا و سازگار به منطقه گیلان، این آزمایش طی دو سال (۱۳۹۵ و ۱۳۹۷) در فصل بهار در سه منطقه از استان گیلان (رشت، لاهیجان، شاندرمن) روی نه لاین به‌همراه توده محلی کوچصفهان (G10) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد (شکل ۱). این لاین‌ها منتخب توده‌های بومی منطقه بوده و در آزمایش‌های مقدماتی ارزیابی عملکرد پاچ‌باقلا، برتر بوده‌اند (Ghanbari, 2015). لازم به ذکر است که در سال دوم آزمایش (۱۳۹۶)، به‌دلیل بارندگی‌های

شدید، طولانی و غیر معمول، تمام کرت‌های آزمایشی از بین رفتند. بنابراین، آزمایش در سال سوم تکرار شد. وضعیت تغییرات دمای هوا بر اساس میانگین ماهانه طی ماه‌های سال در جدول ۱ ارایه شده است.

در اواخر فروردین هر دو سال، بذور هر لاین در چهار ردیف به طول چهار متر با فاصله بذر روی ردیف ۵ سانتی‌متر و فاصله بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر کشت شد. توزیع کود شیمیایی براساس توصیه کودی (کودهای شیمیایی شامل کود نیتروژن از منبع اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع فسفات آمونیوم و پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم در زمان تهیه زمین) و مبارزه با آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز در مواقع مورد نیاز انجام شد. صفات مورفولوژی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و وزن غلاف در بوته هر لاین ارزیابی و تعیین شد. زمان برداشت، مرحله آخر R8 براساس مراحل رشدی لوبیا در نظر گرفته شد (Kandel & Endres, 2019). نتایج مربوط به عملکرد غلاف تر لاین‌ها پس از برداشت، برای سه منطقه مورد تجزیه واریانس مرکب با فرض ثابت‌بودن اثر ژنوتیپ‌ها و تصادفی-بودن اثر سال‌ها و مکان‌ها قرار گرفت. قبل از انجام تجزیه مرکب، آزمون نرمال‌بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی با استفاده از آزمون بارتلت با استفاده از نرم‌افزار SAS بررسی شد. در پایان دو سال، از روش GGE بای‌پلات توسط نرم‌افزار PBTools نسخه ۲۰۱۳ و تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار STAR نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد. از روش ناپارامتری رتبه و شاخص نسبت عملکرد (برمبنای نسبت میانگین عملکرد هر ژنوتیپ به میانگین کل ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد بررسی، برحسب درصد (Ghanbari *et al.*, 2022) بااستفاده‌از نرم‌افزار Excel استفاده شد.



شکل ۱. مکان‌های اجرای آزمایش در استان گیلان: مزرعه کشاورز در لاهیجان، رشت، شاندرمن.

جدول ۱. اطلاعات هواشناسی و مشخصات جغرافیایی مکان‌های اجرای آزمایش طی سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷

Location	Year	Code	Longitude & Latitude	Altitude (m)	Temperature (ºC)			Precipitation (mm)
					Min.	Max.	Average	
Lahijan	2016	E1	37º 12′ E	94	7.6	35.7	22.1	111.2
	2018	E2	50º 0′ N		0.9	36.6	22.3	51.7
Rasht	2016	E3	37º 20′ E	50	3.4	37.1	22.8	93.8
	2018	E4	49º 33′ N		2.8	37.2	22.7	36.5
Shanderman	2016	E5	37º 24′ E	36	3	34.9	21.7	83.8
	2018	E6	49º 7′ N		3	35.6	21.8	51.3

منبع: https://sdi.mpogl.ir

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات در سه منطقه طی دو سال نشان داد که اثر ژنوتیپ در صفت وزن غلاف تر و اثر سال در مکان در صفات تعداد دانه در غلاف وزن صد دانه، طول غلاف و عملکرد غلاف تر معنی‌دار بود. همچنین برهمکنش ژنوتیپ× مکان×

سال نیز در صفات وزن صد دانه، طول غلاف و عملکرد غلاف تر معنی‌دار بود و حاکی از آن است که لاین‌ها در مناطق مختلف دارای عکس‌العمل‌های متفاوت هستند (جدول ۲). در بررسی مشابهی که روی هشت لاین لوبیا سبز به منظور بررسی سازگاری و پایداری عملکرد در سه منطقه کرج، ساری و زرقان طی دو سال انجام شد، نتایج تجزیه واریانس مرکب صفت عملکرد غلاف سبز نشان داد که اثر سال و مکان معنی‌دار نبود؛ اما برهمکنش سال × مکان، ژنوتیپ × سال، ژنوتیپ × مکان و ژنوتیپ × سال × مکان معنی‌دار بود (Ghanbari *et al*., 2022).

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی در سه مکان (لاهیجان، رشت، شاندرمن) طی دو سال (۱۳۹۷ و ۱۳۹۵) در کشت بهاره

S.O.V.	df	Pods per plant	Seeds per pod	100 seed weight	Pod length	fresh Pod yield
Year (Y)	1	261.11 ^{ns}	0.19 ^{ns}	189.93 ^{ns}	22.63 ^{ns}	1003031.7 ^{ns}
Location (L)	2	158.91 ^{ns}	33.53 ^{ns}	1202.38 ^{ns}	102.93 ^{ns}	2306249.4 ^{ns}
Y×L	2	55.51 ^{ns}	0.26 **	1748.37 **	63.99 **	3652324.1 **
Rep/(Y*L)	12	17.94	0.51	43.99	0.94	152394.9
Genotype (G)	9	14.43 ^{ns}	0.40 ^{ns}	63.53 ^{ns}	2.44 ^{ns}	229839.2 **
Y×G	9	8.91 ^{ns}	0.19 ^{ns}	29.08 ^{ns}	0.38 ^{ns}	43221.2 ^{ns}
L×G	18	10.82 ^{ns}	0.36 ^{ns}	29.73 ^{ns}	1.92 ^{ns}	61602.7 ^{ns}
Y×L×G	18	6.51 ^{ns}	0.33 ^{ns}	33.22 *	1.43 **	49477.9 **
Error	108	4.05	0.21	20.20	0.68	10180.3
CV (%)		26.77	13.19	12.28	7.13	23.24

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، ns: غیر معنی‌دار.

لاین G9 بیشترین طول غلاف و عملکرد غلاف تر و تعداد غلاف در بوته را داشت. کمترین وزن غلاف تر مربوط به توده محلی (شاهد) بود. لاین‌های G8 و G4 به‌ترتیب بیشترین تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه را داشتند. لاین‌های G8 و G4 از نظر عملکرد غلاف تر در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند (جدول ۳). مطابق نتایج، لاین‌های G9 و G8 بیشترین مقدار عملکرد غلاف تر و طول غلاف، وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته را نسبت به توده شاهد (G10) و متوسط صفات داشتند. بنابراین، این پتانسیل را دارند که به عنوان رقم جدید معرفی شوند.

جدول ۳. میانگین صفات مورد ارزیابی لاین‌های پاچ‌باقلا در سه منطقه طی دو سال در کشت بهاره

Genotype	Pods per plant	Seeds per pod	100 seed weight (g)	Pod length (cm)	Fresh pod yield (kg ha^{-1})
G1	6.93 cde	3.29 bc	36.95 abc	11.61 abc	3415 cde
G2	7.56 abc	3.44 abc	34.63 c	11.60 abc	3156 de
G3	6.59 cd	3.47 abc	37.15 abc	11.09 cd	3822 bc
G4	6.78 bcd	3.37 bc	39.17 a	11.75 ab	3945 bc
G5	7.93 abc	3.54 abc	35.66 bc	11.42 bc	3468cde
G6	8.28 ab	3.62 ab	34.41 c	11.84 ab	3805 bc
G7	8.61 a	3.52 abc	35.56 bc	11.59 abc	3675 bcd
G8	7.72 abc	3.73 a	38.67 ab	11.55 abc	4158 b
G9	8.64 a	3.56 abc	38.99 a	12.05 a	4909 a
G10 (check)	6.03 d	3.23 c	34.58 c	10.77 d	2952 e
Mean	7.51	3.48	36.57	11.53	3730

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

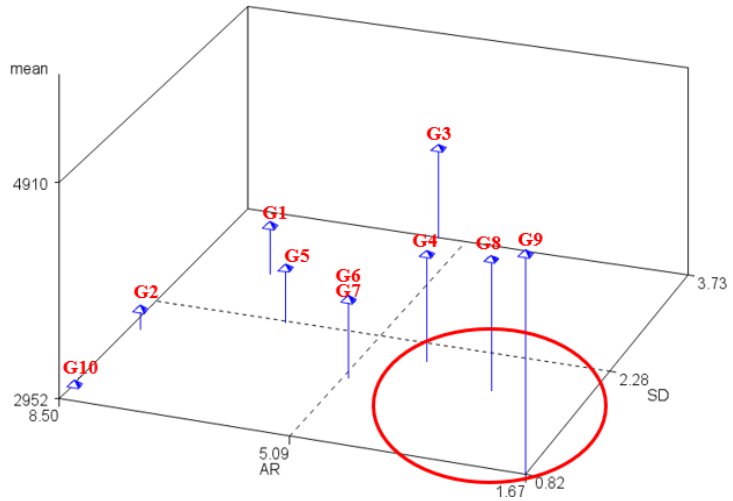
بیشترین و کمترین وزن غلاف تر در هر سه منطقه لاهیجان، رشت و شاندرمن، به‌ترتیب در لاین‌های G9 و توده محلی (G10) مشاهده شد (جدول ۴). معنی‌دارشدن برهمکنش ژنوتیپ × سال × مکان حاکی از تفاوت لاین‌های مورد ارزیابی از لحاظ عملکرد و پاسخ به شرایط متفاوت محیطی در سه منطقه بوده و بیانگر این است که ژنوتیپ‌ها در محیط‌ها (مناطق مورد مطالعه) دارای سازگاری خصوصی هستند و گزینش ژنوتیپ‌ها تنها براساس عملکرد مناسب نبوده و بررسی پایداری برای ارزیابی پتانسیل ژنوتیپ‌ها لازم است، بنابراین، با معنی‌دارشدن این اثر، می‌توان تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها را انجام داد. نتایج تجزیه پایداری عملکرد غلاف تر در جدول ۴ آمده است.

روش شاخص نسبت عملکرد، برمبنای نسبت میانگین هر ژنوتیپ به میانگین تمام ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد بررسی و برحسب درصد است. برپایه این روش غیر پارامتری، ژنوتیپی پایدار است که شاخص نسبت عملکرد بیشتری داشته باشد (Ghanbari *et al*., 2022). لاین G9 بیشترین مقدار شاخص و بعد از آن لاین‌های G8، G4، G7 و G6 قرار داشتند (جدول ۴). در مقایسه رتبه‌بندی متوسط عملکرد لاین‌ها نتایج نشان داد که لاین G9 با متوسط عملکرد غلاف تر ۴۹۰۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین میانگین (۱/۷) و انحراف استاندارد رتبه (۰/۸۲) به‌عنوان رقم سازگار با پایداری بالا بود. در جایگاه دوم، لاین G8 و سایر لاین‌ها G4، G7 و G6 باتوجه‌به پتانسیل بالای عملکرد، رتبه و واریانس کمتر در اولویت بعدی قرار می‌گیرند (جدول ۴ و شکل ۲). Beyzaei *et al*. (2011) در بررسی سازگاری لاین‌های لوبیا در سه منطقه (خمین، بروجرد، زنجان)، باتوجه‌به نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب دوساله و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی هر یک از مناطق و همچنین تجزیه واریانس مرکب دوساله و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی در مناطق مورد اجرا و بازارپسندی و درصد پروتئین به‌دست‌آمده از ژنوتیپ‌های مورد بررسی، دو ژنوتیپ را برای کشت در مناطق معتدل سرد کشور انتخاب کردند. Ghanbari *et al*. (2022) به بررسی پایداری و سازگاری هشت لاین لوبیا سبز به همراه دو شاهد پرداختند و نتایج تجزیه پایداری عملکرد به روش ناپارامتری رتبه نشان داد که دو لاین با کمترین مقدار میانگین و واریانس رتبه و میانگین عملکرد بالا، پایدارترین لاین‌ها بودند. در شکل ۲ تغییرات میانگین و انحراف استاندارد رتبه عملکرد لاین‌ها، در محیط‌های مختلف نشان داده شده است.

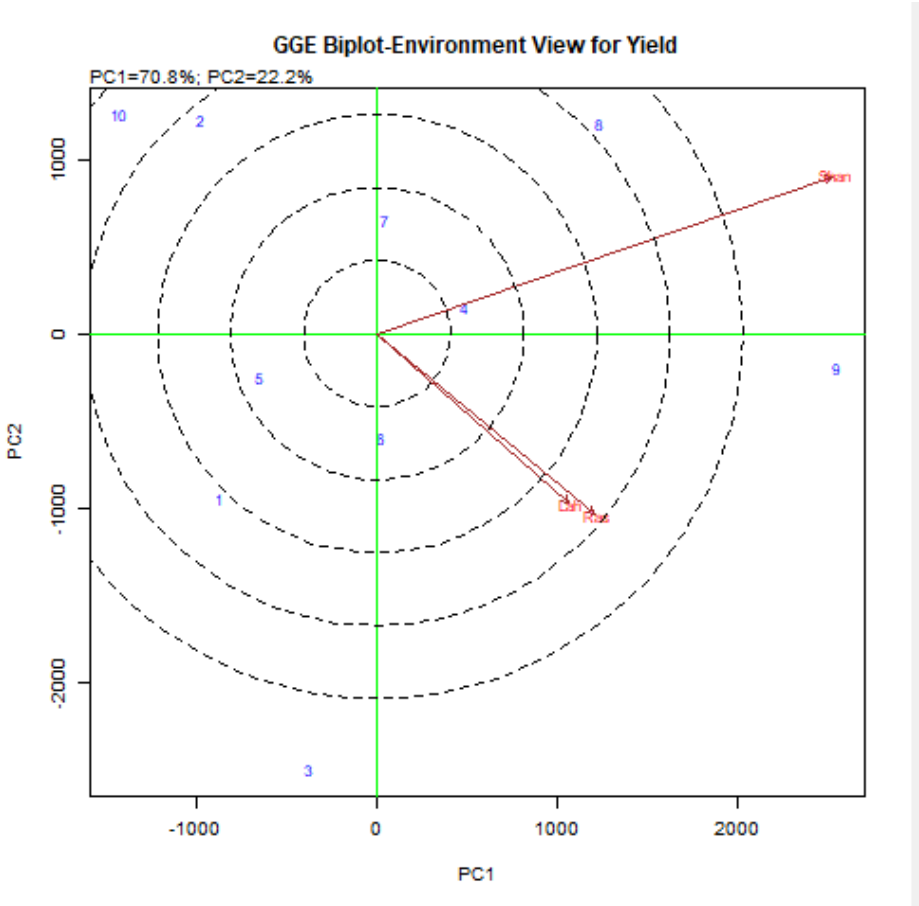
جدول ٤. تجزیه پایداری عملکرد غلاف تر ژنوتیپ‌های پاچ‌باقلا در کشت بهاره براساس روش ناپارامتری رتبه

Genotype	Fresh pod yield (kg ha^{-1})						Mean fresh pod yield (kg ha^{-1})	Mean rating (R_i)	Standard deviation of rank	Yield ratio index (%)
	Lahijan		Rasht		Shanderman					
	2016	2018	2016	2018	2016	2018				
G1	4652.7	919.3	3779.3	3175.0	3208.7	4757.7	3415.4	7.3	2.88	91.55
G2	3629.0	1491.7	2186.3	2685.0	4245.7	4703.3	3156.8	8.3	1.86	84.62
G3	6485.0	1346.3	4016.0	3180.7	2980.7	4925.3	3822.3	5.5	3.73	102.45
G4	5749.7	1605.7	2475.0	3327.0	4963.3	5549.3	3945.0	4.2	2.04	105.74
G5	5512.0	1258.3	2712.0	2657.3	3435.7	5234.3	3468.3	6.5	2.26	92.96
G6	5438.0	1503.7	2487.3	3941.0	4335.7	5122.7	3804.7	5.0	1.67	101.98
G7	4215.0	1528.0	2635.7	3557.0	4581.7	5531.0	3674.7	5.0	1.67	98.49
G8	4708.0	1609.7	2767.7	3757.0	5924.7	6182.0	4158.2	3.0	1.79	111.46
G9	5950.3	2188.0	3692.0	4338.3	7349.7	5939.7	4909.7	1.7	0.82	131.60
G10 (check)	4120.7	1139.3	1417.0	2717.3	3299.0	5019.3	2952.1	8.5	1.05	79.13

در شکل ۳ روابط و همبستگی بین محیط‌ها نشان داده شده است. هر چه زاویه بین بردارهای محیط در این نمودار نزدیک به هم (کمتر از ۹۰ درجه) باشد نشان‌دهنده همبستگی بیشتر بین دو محیط است. زمانی که زاویه بین دو بردار محیط ۹۰ درجه باشد همبستگی بین دو محیط صفر، اگر زاویه صفر درجه باشد همبستگی بین محیط‌ها ۱+ و اگر ۱۸۰ درجه باشد همبستگی ۱− خواهد بود (Dadras *et al*., 2017; Yan & Tinker, 2006). بردار مکان رشت و لاهیجان (به‌ترتیب Ras و Lah) دارای زاویه کوچک می باشند که نشان‌دهنده همبستگی نسبتا زیاد این دو محیط در طی دو سال است؛ این در حالی است که محیط شاندرمن زاویه بزرگ و نزدیک به ۹۰ درجه داشته که بیانگر همبستگی کم این محیط با سایر محیط‌های مورد آزمایش بوده که نشان‌دهنده اختلاف زیاد مشاهده‌شده در طی دو سال است. همچنین طول بردارهای محیط نشان‌دهنده توانایی آن محیط در تمایز ژنوتیپ‌ها بوده و هر چه طول بردار بلندتر باشد، محیط توانایی بهتری برای تمایز ژنوتیپ‌ها دارد (Yang *et al*., 2009). در شکل ۳ طول بردار مکان شاندرمن (Shan) بلند بوده و طول بردار مکان رشت و لاهیجان (به‌ترتیب Ras و Lah) از شاندرمن کمتر بود که نشان‌دهنده تاثیر کمتر این محیط در تمایز ژنوتیپ‌هاست. Yang *et al*. (2009) بیان کردند که محیط‌هایی با بردارهای کوچک، پایداری تولید بالا دارند. از طرفی، محققین اظهار داشتند که حداکثر دمای ماهانه سبب تشکیل محیط‌هایی با بردارهای بزرگ بوده، زیرا دماهای بالا باعث کاهش استقرار، رشد و نمو محصول و کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در هر گیاه می شود (Corrêa *et al*., 2016c).



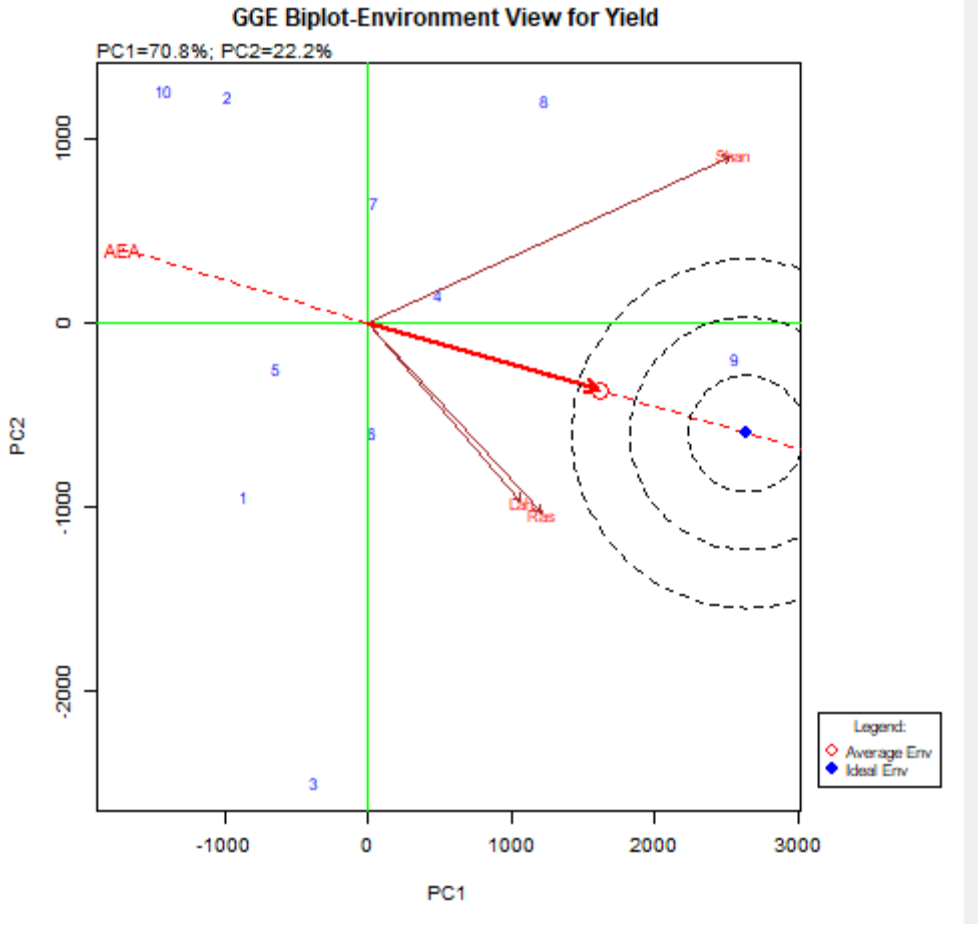
شکل ۲. نمودار سه‌بعدی عملکرد، میانگین و انحراف معیار رتبه عملکرد غلاف تر لاین‌های پاچ‌باقلا; yield: میانگین عملکرد لاین‌های پاچ‌باقلا (kg ha^{-1}).
AR: میانگین رتبه‌ها و SD: انحراف استاندارد رتبه‌ها



شکل ۳. بای‌پلات برای بررسی روابط بین محیط‌های مورد مطالعه

Corrêa *et al.* (2016c) از روش GGE biplot به‌منظور بررسی پایداری ۱۳ لاین لوبیا در ۱۲ محیط استفاده کرده و دو محیط بزرگ که اثربخشی بالا در تمایز ژنوتیپ‌ها داشتند، شناسایی شدند. رتبه‌بندی محیط‌ها براساس محیط ایده‌آل در شکل ۴ نشان داده شده است. در واقع محیط‌های ایده‌آل بیش‌ترین قابلیت تشخیص و نمایندگی را در بین دیگر محیط‌ها دارند (Yang *et al.*, 2009;

Yan, 2011). بر این اساس در این نمودار شاندرمن به علت قرارگرفتن در نزدیک‌ترین دایره نسبت به مرکز دوایر متحدالمرکز به‌عنوان بهترین محیط و پس از آن بردار مکانی رشت شناخته شد. همچنین تمایزی بین دو محیط لاهیجان و رشت وجود نداشت.

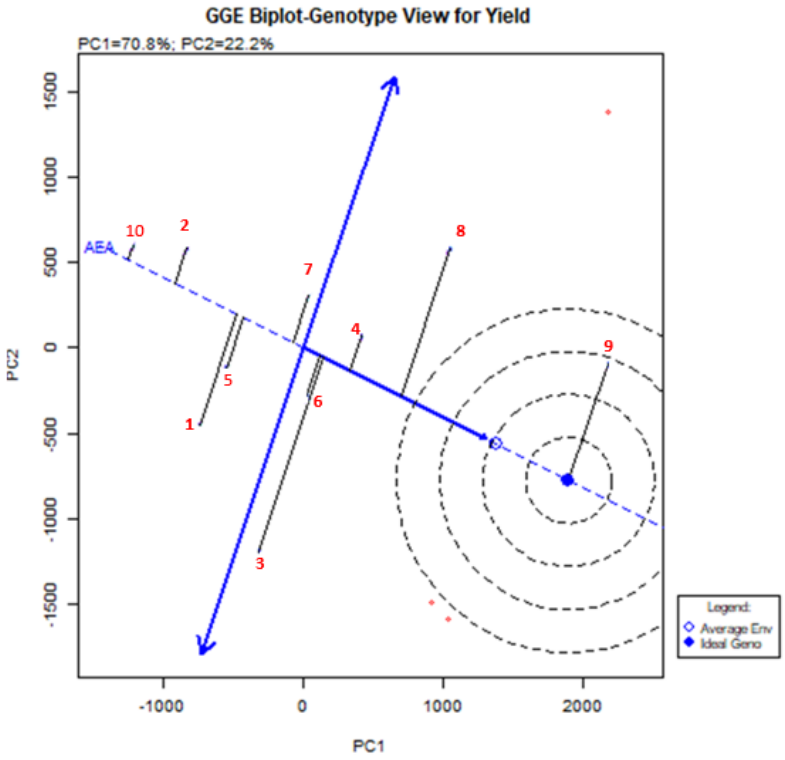


شکل ٤. نمودار رتبه‌بندی محیط‌ها براساس محیط ایده‌آل

رتبه‌بندی ژنوتیپ‌ها براساس ژنوتیپ‌های ایده‌آل در شکل ۵ نشان داده شده است. لاین‌هایی که در ابتدای مثبت این محور قرار دارند، دارای عملکرد بیشتری هستند و بالعکس. ایده‌آل‌ترین ژنوتیپ در مرکز دوایر متحدالمرکز قرار می‌گیرد (Yang *et al*., 2009). بر این اساس، لاین G9 در مرکز بای‌پلات قرار گرفته و به‌عنوان بهترین لاین شناخته شد. پس از آن لاین‌های G8 و G4 به‌عنوان بهترین لاین‌ها معرفی شدند. سایر لاین‌ها همچون G10، G2 و G1 و غیره، نامناسب‌ترین لاین‌ها بودند. خطی که از مبدأ گذشته و روی محور میانگین محیط‌ها عمود شده است (این خط با دو علامت پیکان در شکل مشخص شده است) جهت تعیین پایداری ارقام استفاده می‌شود. ارقامی که نزدیک به مبدأ این محور قرار دارند نسبت به ارقامی که نزدیک به انتهای این خط می‌باشند از پایداری بیشتری برخوردار هستند (Yan & Rajcan, 2002). بر این اساس، G7 و G6 لاین‌هایی با پایداری بالا شناخته شدند.

در نمودار چندضلعی (شکل ۶)، ژنوتیپ‌هایی که در راس چندضلعی قرار می‌گیرند در کلیه محیط‌هایی که درون آن بخش قرار گرفته‌اند، برتر و دارای سازگاری خصوصی بالایی با آن محیط‌ها می‌باشند (Yang *et al*., 2009). لاین‌های G8، G9، G3 و G10 در رئوس چندضلعی قرار داشته و بهترین لاین‌ها از نظر عملکرد غلاف تر، در آن محیط‌ها بودند. در هر سه محیط، لاین‌های G9 وG8 بیشترین عملکرد را داشته و لاین‌های برتر در این محیط‌ها بوده و سازگاری بالایی با این محیط‌ها داشتند. لاین‌های G3، G1، G5، G10 و G2 در هیچ یک از محیط‌های بزرگ قرار نگرفتند که نشان‌دهنده عملکرد نامطلوب این لاین‌ها در تمامی محیط‌ها است و لاین‌های ضعیف می‌باشند. پژوهشگران متعددی از روش گرافیکی GGE biplot از جمله نمودار چندضلعی به‌منظور تفسیر

اثر متقابل ژنوتیپ× محیط در لوبیا استفاده کرده و لاین‌های قابل قبولی را گزارش کرده‌اند (Corrêa *et al*., 2016a, 2016b; Asfaw *et al*., 2008; Ashango *et al*., 2016; SANTOS *et al*., 2019; Tamene *et al*., 2014; Tsegaye *et al*., 2012; Rezene, 2019). Vakali *et al*. (2017) به بررسی پایداری عملکرد هفت توده بومی لوبیا در شرایط ارگانیک در دو منطقه یونان در سه سال پرداخته و دو رقم را با سازگاری خصوصی بالا برای دو منطقه شناسایی کردند.

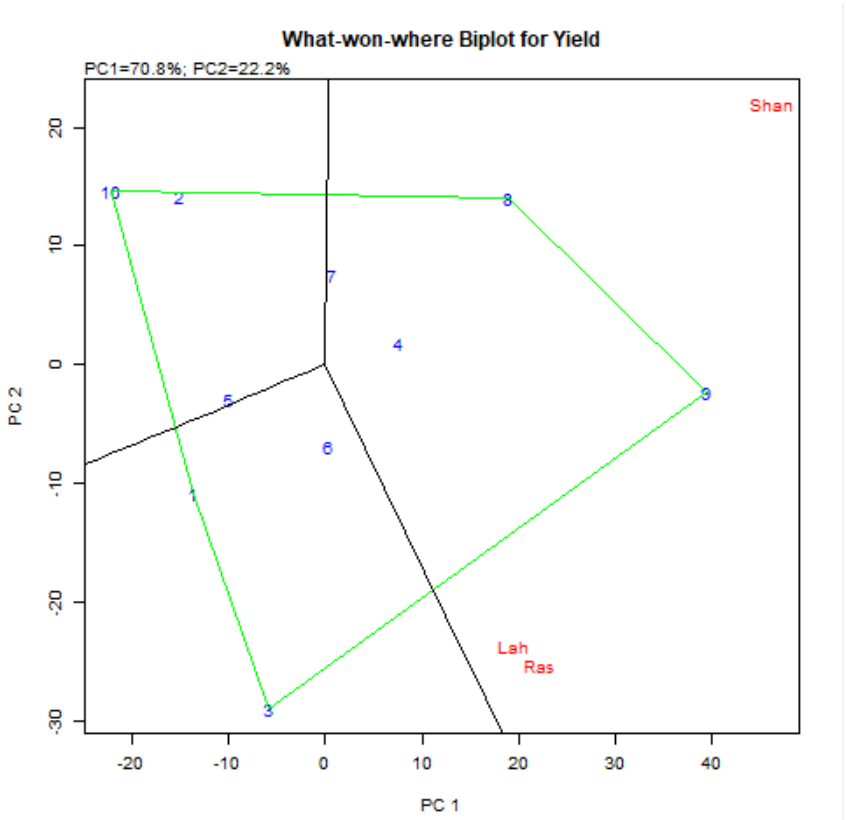


شکل ۵. بای‌پلات برای مقایسه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با ژنوتیپ ایده‌آل

به‌منظور بررسی صفات موثر بر عملکرد در لاین‌های پاچ‌باقلا، همبستگی صفات مورد بررسی قرار گرفت. ازآنجایی‌که در تجزیه واریانس صفات، اثر متقابل سال در رقم معنی‌دار شده است، لذا به نظر می‌رسد در سال‌های مختلف واکنش لاین‌ها از نظر عملکرد غلاف تر متفاوت بوده، بنابراین به منظور بررسی دقیق‌تر داده‌ها و بررسی ارتباط صفات با عملکرد غلاف تر، همبستگی و تجزیه به مولفه‌های اصلی در هر سال به‌طور جداگانه صورت گرفت. در جدول ۵ تجزیه همبستگی چهار صفت مهم زراعی با عملکرد نشان داده شده است. در متوسط دو سال، صفات تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه با عملکرد غلاف تر همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۵). وجود رابطه مستقیم و مثبت عملکرد غلاف تر با این صفات نشان‌دهنده اهمیت آنها در افزایش عملکرد است. همچنین صفت تعداد غلاف در بوته با صفت تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۵). Rana *et al*. (2015) به ارزیابی ۴۲۷۴ نمونه لوبیا در هند پرداخته و همبستگی بین صفات را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تعداد بذر در غلاف با تعداد روز تا گلدهی، عرض برگ، تعداد غلاف در بوته و تعداد روز تا رسیدگی همبستگی مثبت و با طول بذر همبستگی منفی داشتند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس داده‌های به‌دست‌آمده از اجرای آزمایش طی دو سال زراعی (جدول ۶) نشان داد که دو مؤلفه در تشکیل ماتریس ضرایب شرکت کردند که در مجموع ۸۵ درصد از کل واریانس موجود در صفات مورد بررسی را توجیه کردند. در مؤلفه اول که ۶۲ درصد از تغییرات مشاهده‌شده را به خود اختصاص داد، مهم‌ترین صفات تاثیرگذار بر این مولفه عملکرد و طول غلاف بودند. این صفات دارای ارتباط قوی و مثبت با مولفه اول هستند. مولفه دوم ۲۳ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه

کرده و دارای ارتباط قوی و مثبت با وزن صد دانه و با صفت تعداد غلاف در بوته ارتباط منفی بود. نمودار بای‌پلات مولفه‌های اصلی اول و دوم براساس صفات مورد بررسی طی دو سال در شکل ۷ نشان داده شده است.



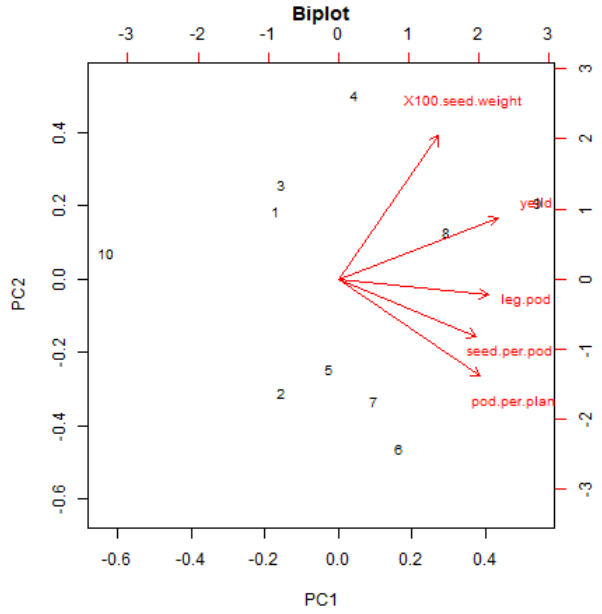
شکل ٦. نمودار چندضلعی GGE بای‌پلات برای تعیین ژنوتیپ‌های برتر در محیط‌های مختلف

لاین‌های G9 و G8 که نزدیک بردارهای صفات قرار گرفته‌اند دارای عملکرد بالاتر در دو سال بودند و دورتر از بردارها قرار گرفتند. نتایج تحقیقی که روی ۱۸۳ توده لوبیا در ترکیه انجام شد نشان داد که پنج بردار اول، ۷۱ درصد از تغییرات را توجیه کرده و نتایج تحلیلی به‌دست‌آمده از سه بردار اول نشان داد که صفات ارتفاع و وزن بوته، وزن ۱۰۰ دانه و روز تا گلدهی صفات اصلی هستند که می‌توانند به‌طور موثر برای شناسایی تنوع ژنتیکی و تفکیک جمعیت‌های لوبیا مورد استفاده قرار گیرند. نتایج نمودار بای‌پلات نشان داد که توده‌های لوبیا بر اساس ارتفاع بوته، عادت رشد و وزن ۱۰۰ دانه آنها متمایز شده و توده‌های دارای عادت رشد بوته‌ای به صورت خوشه مجزا از بقیه توده‌های با عادت رشد نیمه‌رونده و رونده قرار گرفتند (Nadeem *et al.*, 2020).

جدول ۵. ضرایب همبستگی صفات در متوسط دو سال بر اساس روش اسپیرمن

	Number of pods per plant	Pod length	Number of seeds per pod	Weight of one hundred seeds	Yield
Number of pods per plant	1	–	–	–	–
Pod length	0.56	1	–	–	–
Number of seeds per pod	0.73*	0.27	1	–	–
Weight of one hundred seeds	-0.01	0.24	0.77	1	–
Yield	0.41	0.44	0.65**	0.73*	1

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد، ns: غیر معنی‌دار.



شکل ۷. نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات مورد ارزیابی در طی دو سال

pod.per.plant: تعداد غلاف در بوته، leg.pod: طول غلاف، seed.per.pod: تعداد دانه در غلاف، X100.seed.weight: وزن صد دانه، yield: متوسط عملکرد ($kg\ ha^{-1}$).

جدول ٦. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی برای صفات زراعی در متوسط دو سال زراعی

Component	Two years	
	PCA1	PCA2
Number of pods per plant	0.45	-0.50
Pod length	0.48	-0.08
Number of seeds per pod	0.44	-0.30
The weight of one hundred seeds	0.32	0.74
Yield	0.51	0.32
Eigenvalue	3.08	1.19
Variance	0.62	0.23
Cumulative variance	0.62	0.85

pod.per.plant: تعداد غلاف در بوته، leg.pod: طول غلاف، seed.per.pod: تعداد دانه در غلاف، X100.seed.weight: وزن صد دانه، yield: متوسط عملکرد ($kg\ ha^{-1}$).

۴. نتیجه‌گیری

براساس نتایج حاصل، بیشترین عملکرد غلاف تر در میانگین دو سال به‌ترتیب در لاین‌های G9، G8 و G4 مشاهده شد. این لاین‌ها با داشتن عملکرد بالاتر از توده محلی و همچنین بالاتر از متوسط کل در هر دو سال، به‌عنوان ژنوتیپ مناسب با منطقه گیلان شناخته شدند. براساس نمودار سه‌بعدی میانگین، انحراف معیار رتبه و عملکرد غلاف تر، لاین‌های G9، G8 و G4 کمترین اثر متقابل را با محیط داشته و به‌عنوان لاین پایدار شناسایی شدند. همچنین براساس نمودار چندضلعی GGE، لاین‌های G9 و G8 با سه منطقه مورد بررسی سازگاری خصوصی خوبی را نشان دادند. بنابراین در این تحقیق لاین‌های G9 و G8 با میانگین عملکرد بالاتر از میانگین کل و توده شاهد به‌عنوان لاین‌های مناسب جهت کشت در منطقه گیلان معرفی شدند. نتایج این تحقیق منتج به معرفی اولین رقم‌های اصلاح‌شده و مناسب پاچ‌باقلا برای استان گیلان با نام‌های ساحل (G9) و گیل (G8) شد.

۵. سپاس‌گزاری

این مقاله مستخرج از پروژه شماره ۹۵۱۱۰-۰۳-۰۳-۰۰ بوده و نویسندگان وظیفه خود می‌دانند مراتب سپاس‌گزاری از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بابت حمایت‌های به‌عمل‌آمده اعلام دارند.

۶. منابع

Adugna, W., & Labuschagne, M.T. (2003). Parametric and nonparametric measures of phenotypic stability in linseed (*Lignum ustatissimum* L.). *Euphytica, 129*, 211-218.

Asfaw, A., Assefa, T., Amsalu, B., Negash, K., Alemayehu, F., Grum, F., & Daba, C. (2008). Adaptation and yield stability of small red beans elite lines in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics, 2*(2), 51-63.

Ashango, Z., Amsalu, B., Fikre, A., Tumisa, K., & Negash, K. (2016). Seed yield stability and genotype x environment interaction of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Crop Science*, *3*(2), 135-144.

Awan, F.K., Khurshid, M.Y., Afzal, O., Ahmed, M., & Chaudhry, A.N. (2014). Agro-morphological evaluation of some exotic common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes under rainfed conditions of Islamabad, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, *46*(1), 259-264.

Baldin, R.C., Kavalco, S.A.F.K., Woyann, L.G., Rodrigues Junior, A.A., Gobatto, D.R., Silva, G.R.da, Benin, G., & Finatto, T. (2021). Yield stability of common bean genotypes in the state of Santa Catarina, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *56*(6), 1-9.

Beyzaei, I., & Lak, M.R. (2000). *Evaluation and comparing yield and determining compatibility of white bean cultivars.* (Report of Project No. 100-12-77236). Seed and Plant Improvement Institute, 14. (In Persian).

Beyzaei, I., Ghanbari, A.A., Kooshki, M.H., & Kamel, M. (2011). *Evaluation and comparing yield and determining the compatibility of white bean cultivars and lines*. (Report of Project No. 0-100-12-21-84164). Seed and Plant Improvement Institute, 18. (In Persian).

Corrêa, A.M., Teodoro, P.E., Gonçalves, M.C., & Barroso, L.M.A. (2016a). Adaptability and phenotypic stability of common bean genotypes through Bayesian inference. *Genetic and Molecular Research, 15*(2), 1-11.

Corrêa, A.M., Teodoro, P.E., Gonçalves, M.C., & Barroso, L.M.A. (2016b). Artificial intelligence in the selection of common bean genotypes with high phenotypic stability. *Genetic and Molecular Research*, *15*(2), 1-12.

Corrêa, A.M., Teodoro, P.E., Gonçalves, M.C., Santos A., & Torres, F.E. (2016c). Selection of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes using a genotype plus genotype x environment interaction biplot. *Genetics and Molecular Research*, *15*(3), 1-9.

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. (In Persian).

Dorri, H.R., Lak, M.R., & Ghanbari, A.A. (2005). Stability study of bean cultivars in stress and non-stress weed environments. *The first Iranian pulse crops symposium*. 20-21 November. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.1-6. (In Persian).

Escribano, M.R., Deron, A.M., & Amurrio, J.M. (1994). Diversity in agronomical traits in common bean population from north western Spain. *Euphytica, 76*, 1-6.

Farshadfar, E. (1998). Application of quantitative genetics in plant breeding. Tagh *Bostan Publications*, Kermanshah, Iran. Pp. 381. (In Persian).

Franca Dantas, M.S., & Blumenschein, A. (1977). *Value of regional population of beans (Phaseolus vulgaris) in breeding programs*. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative, *20*, 44-45.

Gancales, P.S., Bortoletto, N.A., Mellomartins, L., Costa, R.B., & Gallo, P.B. (2003). Genotype-environment interaction and phenotypic stability for girth growth and rubber yield Hevea clones in São Paulo State, Brazil. *Genetics and Molecular Biology, 26*, 441-448.

Ghanbari, A.A., & Beyzaei, E. (2004). *Study and comparing yield of white, red and Chitti beans*. (Report of Project No. 121-12-80321). Seed and Plant Improvement Institute. 28. (In Persian).

Ghanbari, A.A. (2015). *Purification and evaluation of Pach Baghala (Phaseolus vulgaris) populations for cultivar(s) release*. (Report of Project No. 04-03-03-91203). Seed and Plant Improvement Institute. 33. (In Persian).

Ghanbari, A.A., Sarparast, R., Tavassoli, A., & Ahmadvand, R. (2022). Evaluation of compatibility and yield stability of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines. *Journal of Vegetables Sciences*. *6*(1), 1-11. (In Persian).

Kandel, H., & Endres, G. (2019). Dry bean production guide, *Northarvest Bean Growers Association. NDSU Distribution Center*. Pp. 128.

Khajehpour, M.R. (2001). Principles of agronomy. *Jihad Isfahan University of Technology*. 386. (In Persian).

Krause, W., Rodrigues, R., Gonçalves, L.S.A., Bezerra Neto, F.V., & Leal, N.R. (2009). Genetic divergence in snap bean based on agronomic traits and resistance to bacterial wilt. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, *9*(3), 246-252.

Molaei, A., & Ghaffari Khaliq, H. (2006). Characterization of Karakasehiro and Goynok 98 white bean lines in Lordegan region. *9th Iranian Congress of Crop Science and Plant Breeding.* Abu Reihan Campus, University of Tehran, Iran.. Pp. 1-6. (In Persian).

Nadeem, M.A., Karaköy, T., Yeken, M.Z., Habyarimana, E., Hatipo˘glu, R., Çiftçi, V., Nawaz, M.A., Sönmez, F., Shahid, M.Q., Yang, S.H., Chung, G., & Baloch, F.S. (2020). Phenotypic characterization of 183 Turkish common bean accessions for agronomic, trading, and consumer-preferred plant characteristics for breeding purposes. *Agronomy*, *10*(272), 1-20.

Peyvast, G.A. (2006). Vegetables. *Daneshpazir Publications, Rasht*, Iran. Pp. 577. (In Persian).

Rana, J., Sharma, T.R., Tyagi, R., & Chahota, R.K. (2015). Characterisation of 4274 accessions of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm conserved in the Indian gene bank for phenological, morphological and agricultural traits. *Euphytica*, *205*(2), 441–457.

Rezene, Y. (2019). GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the southern Ethiopia. *Journal of Plant Studies*, *8*(1), 35-44.

Sabbaghpour, S.H., Pezeshkpour, P., Safikhani, M., Sarparast, R., Saeed, A., Beygi, A., Mahmoudi, F., & Zali, H. (2005). Study and comparison of yield and determination of compatibility of white chickpea cultivars in autumn cultivation in rainfed conditions. *The first Iranian pulse crops symposium*. 20-21 November. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Pp. 1-6. (In Persian).

Salehi, P. (2005). Selection of pure and superior lines among the native populations of chitti beans in Fars province. *The first Iranian pulse crops symposium*. 20-21 November. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. Pp. 1-6. (In Persian).

Santos, P.R.de., Oliveira, T.R.A. de., Skeen, P., Nascimento, M.R., Costa, K.D.da S., Araújo, E.R., Pereira, H.S., & Costa, A.F.da. (2019). GGE biplot and REML/BLUP based-analysis of yield stability and adaptability for common beans in multi-environment trials. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, *14*(2), 1-6.

Tamene, T.T., & Tadese, S.G. (2014). Sites regression GGE biplot analysis of haricot bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes in three contrasting environments. *World Journal of Agricultural Research*, *2*(5), 228-236.

Tsegaye, D., Tadesse, W., & Bayable, M. (2012). Genotype X environment interactions and grain yield stability of haricot bean varieties in Northwest Ethiopia. *Scientific Research and Essays, 41*, 3487-3493.

Vakali, C., Baxevanos, D., Vlachostergios, D., Tamoutsidis, E., Papathanasiou, F., & Papadopoulos, I. (2017). Genetic characterization of agronomic, physiochemical, and quality parameters of dry bean landraces under low-input farming. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *19*, 957-967.

Yan, W., & Rajcan, I. (2002). Biplot evaluation of test sites and trait relations of soybean in Ontario. *Crop Science, 42*, 11-20.

Yan, W. (2011). GGE biplot vs. AMMI graphs for genotype-by-environment data analysis. *Journal of Indian Society Agricultural Statistics*, *65*(2), 181-193.

Yan, W., & Tinker, N.A. (2006). Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science*, *86*, 623-645.

Yang, R.C., Crossa, J., Cornelius, P.L., & Burgueño, J. (2009). Biplot analysis of genotype x environment interaction: proceed with caution. *Crop Science*, *49*, 1564-1576.

Yazdi Samadi, B., & Poustini, K. (1995). Principles of crop production. *Jihad Daneshgahi Publications*, University of Tehran, Iran. Pp. 304. (In Persian).

Zeleke, A.A., & Amsalu Berhanu, F. (2016). AMMI and GGE models analysis of stability and GEI of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, *6*(9), 127-135.