دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی مقاومت به بیماری‌های لکه برگی و خصوصیات عملکردی ژنوتیپ‌های باقلا با استفاده از تجزیه کلاستر و بای پلات ژنوتیپ × صفت

فاطمه شیخ[۱]، رضا سخاوت[۲] و محمدعلی آقاجانی[۳]

۱- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران، (نویسنده مسوول: sheikhfatemeh@yahoo.com)
۲- مربی پژوهشی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی صفی آباد دزفول، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دزفول، ایران
۳- دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۲۰
صفحه: ۱۳۱ تا ۱۴۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: باقلا یکی از حبوبات چند منظوره با دامنه سازگاری وسیع، ارزش غذایی بالا، خواص دارویی و قابلیت تثبیت بیولوژیک نیتروژن است. سطح زیر کشت باقلا طی سال‌های اخیر کاهش یافته است، افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد در واحد سطح، با معرفی ارقام مقاوم به تنش‌های زیستی و غیرزیستی امکان‌پذیر خواهدبود.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی مقاومت مزرعه‌ای ۶۴ ژنوتیپ باقلا در برابر بیماری‌های قارچی و همچنین گزینش ژنوتیپ‌هایی با صفات عملکردی مطلوب، آزمایشی در قالب طرح لاتیس ساده (۸ × ۸) در دو تکرار در در ایستگاه‌های تحقیقات کشاورزی گرگان و دزفول در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. به‌منظور محاسبه سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری sAUDPC، از زمان ظهور اولین علائم بیماری‌های لکه برگی نمونه‌برداری در ۵ مرحله انجام شد. تجزیه واریانس مرکب و تجزیه همبستگی برای ده صفت فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی، فنولوژیکی و شدت بیماری انجام شد. همچنین دو روش گزینش گرافیکی تجزیه بای پلات ژنوتیپ × صفت (GT) در ترکیب با تجزیه خوشه‌ای برای ارتقاء چندین صفت کمی و مقاومت به بیماری به‌طور همزمان انجام شد. خوشه بندی ژنوتیپ ها و صفات به تفکیک در هر آزمایش با استفاده از روش Ward و فاصله مربع اقلیدسی انجام شد و نقشه گرافیکی هیت‌مپ با استفاده از نرم‌افزار MetaboAnalyst 3.0 ترسیم شد.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که تفاوت بسیار معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین ژنوتیپ‌های باقلا برای صفات زراعی و مقاومت به بیماری وجود دارد. عملکرد دانه دارای بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با وزن صددانه و تعداد دانه در غلاف بود. بر اساس نتایج تجزیه گرافیکی هیت مپ ژنوتیپ‌های باقلا به‌ترتیب در سه و چهار گروه در گرگان و دزفول قرار گرفتند. گروه‌های متمایز به‌دست‌آمده، برای استخراج ژنوتیپ‌هایی با ویژگی‌های متنوع و شناسایی تنوع خزانه ژنی مفید هستند. بردارهای موجود در بای‌پلات نشان دادند، ارتباط مثبت بین صفات تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و ارتفاع بوته با عملکرد دانه وجود دارد و تجزیه همبستگی نیز این نتایج را تائید کرد، صفات ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه معیاری جهت بهبود عملکرد دانه در برنامه اصلاحی هستند. بر اساس نتایج حاصل از GT بای‌پلات، ژنوتیپ‌های G52، G56 و G58 در گرگان و ژنوتیپ‌های G47، G51 و G56 در دزفول، به‌عنوان برترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

نتیجه‌گیری: ژنوتیپ‌های متعددی برای استفاده بالقوه به‌عنوان والدین انتخاب شدند، ژنوتیپ‌های G48 و G62 برای عملکرد دانه و صفات مربوطه و رقم Ascot به‌عنوان منبع مقاومت در برابر لکه شکلاتی برای برنامه‌های اصلاحی باقلا در نظر گرفته شدند. ژنوتیپ‌های G47، G51، G52، G55، G56 و G58 برای بررسی‌های بیشتر و معرفی رقم انتخاب شدند.

واژه‌های کلیدی: باقلا، بیماری، عملکرد، بای پلات ژنوتیپ × صفت، همبستگی، هیت‌مپ

مقدمه

باقلا (*Vicia faba* L.) با 2n=2x=12 کروموزوم، از گیاهان مهم خانواده بقولات است. کشت و مصرف آن به عنوان یک منبع پروتئینی و تثبیت‌کننده نیتروژن توصیه می‌شود (۷). باقلا با داشتن خصوصیاتی نظیر دامنه سازگاری وسیع، کشت پاییزه و تولید محصول با استفاده از آب سبز و امکان کشت دیم در مناطقی با بارندگی حدود ۳۵۰ میلی‌متر، یکی از بهترین گزینه‌ها در تناوب با غلات و دانه‌های روغنی محسوب می‌شود (۱۵،۲۸)، کشت باقلا در تناوب با گندم باعث کاهش جمعیت نماتدها، شکستن سیکل بیماری‌ها و کاهش مصرف سموم شیمیایی می‌شود (۷،۲۸)، باقلا در بیش از ۵۸ کشور دنیا به طور وسیع کشت می‌شود (۳۴) و انتخاب رقم در مناطق مختلف بر اساس سازگاری با محیط، مقاومت به بیماری، هدف کشت و بازار مصرف می‌باشد (۷،۱). بین ژنوتیپ‌های باقلا بر اساس تیپ رشد، خصوصیات مرفولوژیک، نوع مصرف (گیاه پوششی، کود سبز، تغذیه انسان یا دام و طیور) تنوع زیادی وجود دارد، انواع دانه ریز (*Vicia faba* L. subsp. *minor*) اغلب جهت تغذیه دام و طیور، کود سبز و گیاه پوششی و ارقام با اندازه دانه متوسط و بزرگ (*Vicia faba* L.subsp. major Harz)، به‌صورت دانه خشک و غلاف سبز در تغذیه انسان استفاده می‌شود (۱،۷). سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۳۵ هزار هکتار است، در حال حاضر با معرفی رقم جدید فیض و ارقام دو منظوره و قابل برداشت مکانیزه مهتا و شادان، این سطح رو به افزایش است (۲۸،۳۰). اهمیت مطالعات تنوع ژنتیکی در باقلا توسط محققان مختلف مورد تأکید قرار گرفته است، تنوع ژنتیکی قدرت سازگاری با تغییرات اقلیمی را تقویت می‌کند (۱،۴،۷). علاوه بر عملکرد، کنترل بیماری‌های لکه برگی در باقلا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، برق‌زدگی (Ascochyta fabae)، لکه شکلاتی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

(Botrytis fabae Sard)، لکه برگی آلترناریایی (Alternaria alternate)، سوختگی استمفیلیومی (Stemphylium vesicarium) و پژمردگی آوندی (Fusarium oxysporum f. sp. fabae) مهم‌ترین بیماری‌های باقلا محسوب می‌شوند که با خسارت به برگ و محدود نمودن فتوسنتز، باعث کاهش تولید باقلا در واحد سطح می‌شوند (۲۰،۳۳). اگر چه عملیات زراعی مانند تناوب، شخم، سوزاندن بقایای محصول، تنظیم تراکم، تاریخ کاشت مناسب، نوع تغذیه و خاک و کنترل شیمیایی تا حدودی موجب حفاظت گیاهان می‌گردد، اما کنترل موثر بیماری تنها در صورتی امکان‌پذیر است که مقاومت به‌عنوان یک رکن مهم در راهبردهای کنترل بیماری مد نظر قرار گیرد (۴،۲۰). در این بررسی سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری (sAUDPC)[1] به‌عنوان یک معیار کمی از کل مقاومت، به منظور مقایسه مقاومت ژنوتیپ‌های باقلا نسبت به بیماری استفاده شد (۲۱). این پارامتر، تمام مولفه‌های مقاومت نظیر فراوانی آلودگی، زمان ظهور آلودگی، دوره آلودگی و مقدار اسپورزایی را مشخص می‌کند (۱۶).

شناسایی ژنوتیپ‌های مطلوب از لحاظ چند صفت یکی از اهداف اولیه برنامه‌های اصلاح نبات می‌باشد. به‌این منظور صفات مورد استفاده در انتخاب ژنوتیپ‌های مطلوب از نظر صفات کمی و کیفی باید به وضوح مشخص باشند. چنین صفاتی در ترکیب با صفات مهم اقتصادی می‌توانند برای به حداکثر رساندن عملکرد ژنوتیپ‌های انتخاب شده به‌کار گرفته شوند (۱۷). از بین روش‌های فنوتیپی، بیوشیمیایی و مولکولی که در ارزیابی مواد ژنتیکی استفاده می‌شود، روش فنوتیپی یکی از بهترین روش‌ها برای ارزیابی، توصیف، طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم و پیشبرد برنامه‌های به‌نژادی محسوب می‌شود (۱۰). یکی از روش‌های طبقه‌بندی تعداد زیادی رقم، فرد و یا جمعیت از نظر تعداد زیادی صفت، روش تجزیه کلاستر است که هدف از این تجزیه، مشخص کردن گروه‌های حقیقی و شناسایی تعداد کمی از افراد (یک نفر در هر کلاستر) است که در مجموعه‌ای کامل از شرایط، مجموعه بزرگتری از افراد را تحت پوشش قرار می‌دهند (۵،۲۹). به‌نژادگران برای دسته‌بندی ارقام مختلف به منظور پی بردن به میزان فاصله ژنتیکی و تفاوت بین ارقام و استفاده از تنوع موجود می‌توانند از این روش استفاده کنند (۲۹). تجزیه هیت‌مپ به‌عنوان یک آنالیز گرافیکی جهت تسهیل در پیدا کردن نقطه برش در تجزیه کلاستر، مقایسه ساده‌تر ژنوتیپ‌ها و پیدا کردن رابطه منطقی و آماری بین صفات اندازه‌گیری شده مورد استفاده قرار می‌گیرد (۳۷). روش‌های متعددی برای بررسی رابطه بین عملکرد و سایر صفات با ژنوتیپ وجود دارد، یکی از بهترین روش‌ها نمودار دو وجهی بای پلات است. روش بای پلات GGE در اصل برای تجزیه داده‌های آزمایش‌های چند محیطی پیشنهاد شد، ولی به‌همان اندازه برای کلیه داده‌های دو طرفه مانند ژنوتیپ × صفت قابل استفاده است. مطالعه گرافیکی روابط بین صفات و داده‌های ژنوتیپ × صفت به درک بهتر صفات و رابطه بین ژنوتیپ‌ها و صفات کمک می‌کند. در این روش ارزیابی ژنوتیپ‌ها و انتخاب بر اساس صفات متعددی است، که همان اهداف اصلاحی هستند. مدل بای پلات GT، مشابه بای پلات GGE است، با این تفاوت که داده‌ها باید مقیاس‌بندی شوند، تا واحد صفات حذف شوند. مقیاس بندی با استفاده از انحراف استاندارد (SD) صفت رایج‌ترین روش مورد استفاده است (۹،۱۷،۱۹). بای‌پلات ژنوتیپ در صفت (GT)، در سویا (۱۳،۳۸)، لوبیا (۱۰)، عدس (۲۴)، لوپین (۲۲)، لوبیا سبز (۱۹) و باقلا (۱۲) برای تعیین رابطه بین ژنوتیپ و صفت استفاده شده‌است. همچنین از این روش می‌توان برای گزینش ارقام و ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری و متحمل نسبت به تنش‌ها استفاده کرد (۹،۱۲،۱۷،۲۳). هدف این مطالعه ارزیابی و انتخاب همزمان ژنوتیپ‌های باقلا برای عملکرد و مقاومت مزرعه‌ای در برابر بیماری‌های قارچی (لکه برگی آلترناریایی، لکه شکلاتی و سوختگی استمفیلیومی)، با استفاده از بای پلات ژنوتیپ × صفت (GT) در ترکیب با تجزیه خوشه‌ای است. نتایج حاصل از انجام این پروژه، مقدمه‌ای برای ورود لاین‌ها به آزمایشات سازگاری و یا خزانه تلاقی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی و مقایسه لاین‌های باقلا از لحاظ عملکرد دانه، مقاومت به بیماری و خصوصیات زراعی، این پروژه در قالب طرح لاتیس ساده (۸ × ۸) در ایستگاه‌های تحقیقاتی گرگان (طول جغرافیایی ۵۴ دقیقه و ۲۵ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۵ متر) و صفی‌آباد دزفول (طول جغرافیایی ۴۸ دقیقه و ۳۰ درجه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۸۳ متر) در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد (جدول ۱). یازده ژنوتیپ این پروژه از طریق دورگ‌گیری و انتخاب در نسل‌های در حال تفکیک با روش شجره‌ای و تک‌غلاف در طی برنامه‌های اصلاحی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اصلاح شده و به خلوص رسیده‌اند، ۴۶ لاین دیگر حاصل برنامه‌های به‌نژادی باقلا ایکاردا[2] بودند. شش رقم (Icarus: مقاوم به بیماری لکه‌شکلاتی و سوختگی استمفیلیومی، Ascot: مقاوم به برق‌زدگی، برکت: دانه درشت، Lozdeotono: زودرس، FLIP-03-35FB: قابل برداشت مکانیزه و هیستال: دانه درشت) به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. هر ژنوتیپ در دو خط ۴ متری با فاصله ردیف ۶۵ سانتی‌متر و فواصل روی خط ۱۰ سانتی‌متر در دو تکرار کشت شد. آماده‌سازی زمین با استفاده از شخم عمیق و دو مرحله دیسک و کوددهی بر اساس آزمون خاک انجام شد. وجین دستی علف‌های هرز سه مرحله در گرگان و چهار مرحله در دزفول انجام شد. در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان کشت باقلا به صورت دیم در دوازدهم آبان ماه انجام شد. در ایستگاه دزفول آزمایش در تاریخ دهم مهر ماه کشت شد و آبیاری مزرعه بر حسب نیاز و در پنج مرحله طی فصل رشد انجام شد. در طول دوره رشد از سم حشره‌کش پریمیکارپ به‌میزان نیم‌لیتر در هکتار جهت کنترل شته سیاه باقلا استفاده شد. طی مراحل رشد و برداشت، یادداشت‌برداری صفات مورد بررسی شامل تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک[3] (DM)

1- Standardised Area under the Disease Progress Curve
2- ICARDA
3- Day to Maturity

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

ارتفاع بوته[1] (Ph)، تعداد شاخه در زمان گلدهی[2] (Br)، تعداد غلاف در بوته[3] (PP)، تعداد دانه در غلاف[4] (SP) و وزن صد دانه[5] (100SW) صورت گرفت. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه[6](Y)، ابتدا ۰/۵ متر از حاشیه ابتدا و انتهای هر خط حذف گردید. در ادامه پس از خشک شدن کامل، تمام بوته‌های هر کرت برداشت، خرمن کوبی و دانه‌های به دست آمده، با ترازوی دقیق توزین شدند. پس از تبدیل، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. واکنش لاین‌ها نسبت به بیماری‌های لکه‌شکلاتی، لکه برگی آلترناریایی و سوختگی استمفیلیومی بررسی شد. جهت ایجاد آلودگی، علیرغم مساعد بودن شرایط محیطی جهت گسترش بیماری، تنها به آلودگی طبیعی اکتفا نشد، اطراف آزمایش و بین خطوط، لاین حساس به بیماری‌های لکه برگی باقلا (ILB365) به‌عنوان اسپریدر دو هفته زودتر از ژنوتیپ‌های مورد بررسی کشت گردید. اپیدمی بیماری‌های لکه برگی (لکه شکلاتی، سوختگی استمفیلیومی و برق‌زدگی) با اندازه‌گیری شدت یا درصد وقوع بیماری در چند مرحله طی فصل رشد ارزیابی شد. بر اساس حساسیت و تحمل نسبت به بیماری، نمره‌دهی بر اساس مقیاس ۹ درجه‌ای انجام شد (۲۷،۲۹،۳۳). سپس مقادیر شدت بیماری (DS)، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC)، سطح زیرمنحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری sAUDPC به‌صورت زیر به دست آمد (۲۱،۳۵):

$$DS\ (disease\ severity) = \left(\frac{score}{9}\right)\times 100$$

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{2}\{(x_{i+1}+x_i)\,(t_{i+1}+t_i)\} \qquad sAUDPC = \frac{AUDPC(ge}{t}$$

در رابطه‌های فوق DS: شدت متوسط بیماری، score: نمره شدت بیماری بوته‌ها بر اساس مقیاس، AUDPC: سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، sAUDPC: سطح استاندارد شده زیرمنحنی پیشرفت بیماری، n: تعداد بوته‌ها، x: شدت بیماری هر بوته، t: زمان (بر حسب روز از کاشت)، i: شماره یادداشت برداری را نشان می‌دهند (۲۹،۳۵).

پس از انجام تست نرمالیته و آزمون یکنواختی خطاهای آزمایشی تجزیه واریانس انجام شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر اساس پارامترهای بیماری، صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد با استفاده از تجزیه هیت‌مپ و تجزیه کلاستر صفات و ژنوتیپ‌ها گروه‌بندی گردیدند. برای ترسیم پروفیل گرافیکی هیت‌مپ ابتدا داده‌ها استاندارد شده تا صفات با یکدیگر قابل مقایسه باشند و سپس توسط نرم‌افزار MetaboAnalyst3 نقشه گرافیکی ترسیم شد (۳۷). تجزیه کلاستر صفات و ژنوتیپ‌ها نیز به‌روش مربع فاصله اقلیدسی و روش Ward انجام شد (۳۶)، خط برش به‌کمک تشابه رنگ‌ها در پروفیل هیت‌مپ ترسیم شد. رابطه بین صفات و ژنوتیپ‌های مختلف با استفاده از نمودار دو وجهیGT Biplot بر اساس دو مولفه اصلی اول و دوم مورد مطالعه قرار گرفت، از تجزیه بای پلات ژنوتیپ × صفت برای تشخیص الگوها و روابط بین ژنوتیپ‌ها و صفات مورد مطالعه استفاده شد. مدل آماری بر اساس رابطه زیر است (۱۱،۱۷،۱۹،۳۱):

$$\frac{T_{ij}-\bar{T}_j}{S_j} = \lambda_1\xi_{i1}\tau_{j1} + \lambda_2\xi_{i2}\tau_{j2} + \varepsilon_{ij}$$

که در این رابطه T_{ij}: میانگین صفت i برای صفت j، $\bar{T}_j$: میانگین صفت j روی همه میانگین‌ها، S_j: انحراف معیار صفت j، λ_1 و λ_2: به‌ترتیب مقادیر منفرد مولفه‌های اصلی اول و دوم، ξ_{i1} و ξ_{i2} به‌ترتیب مقادیر PC1 و PC2 برای ژنوتیپ i، τ_{j1} و τ_{j2}: به‌ترتیب مقادیر PC1 و PC2 برای صفت j و ε_{ij}: باقیمانده مربوط به مدل ژنوتیپ i و صفت j را نشان می‌دهد (۲۳، ۲۴،۳۱). برای تجزیه تحلیل‌های آماری و رسم نمودارها از نرم‌افزارهای GGE Biplot V6.3 و SAS v9.2 استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به معنی‌دار نبودن بلوک‌های ناقص در طرح لاتیس و عدم مزیت نسبی این طرح نسبت به بلوک‌های کامل تصادفی در صفات تعداد دانه در غلاف، عملکرد غلاف، عملکرد دانه و ارتفاع بوته، این صفات بصورت بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه گردیدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد، اختلاف معنی‌داری بین مکان‌ها، ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × مکان از لحاظ عملکرد، اجزای عملکرد و مقاومت به بیماری وجود دارد (جدول ۲)، معنی‌دار بودن اثر مکان نشان می‌دهد که عوامل جوی (میزان بارندگی، طول روز، حداکثر و حداقل دمای هوا)، عوامل جغرافیایی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سبب اختلاف بین دو مکان شده‌است. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد بررسی در شرایط گرگان و دزفول بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان گزینش برای صفات مذکور می‌باشد (جدول ۲). مسلم و همکاران (۱۸) نیز پس از بررسی ۱۳ژنوتیپ باقلا در دو شرایط دیم و آبی اظهار داشتند، تفاوت معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد وجود دارد. اثر متقابل ژنوتیپ × مکان معنی‌دار بود، در واقع پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف در دو محیط با یکدیگر متفاوت بوده و لازم است انتخاب ژنوتیپ مناسب براساس محیط کشت هدف انجام شود. عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری‌های قارچی، عملکرد و اجزای عملکرد نیز به میزان زیادی تحت تاثیر محیط قرار گرفت و در دو محیط متفاوت بود. در نهایت، جهت گزینش ژنوتیپ‌های برتر در هر جمعیت جهت حذف اثر تغییرات محیطی بین مکان‌ها، گزینش ژنوتیپ‌ها برای هر محیط به‌طور جداگانه انجام شد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول پیوست ۱ و ۲)، ژنوتیپ G24 در دزفول و ژنوتیپ G61 در گرگان به ترتیب با ۱۳۹ و ۱۷۹/۵ روز تا رسیدگی، به‌عنوان ژنوتیپ‌های زودرس شناسایی شدند. در محیط دزفول به‌دلیل فصل رشد کوتاه‌تر (حدود ۴۱ روز کمتر از گرگان) و تنش گرما و خشکی آخر فصل، ژنوتیپ‌ها فرصت کافی برای رشد رویشی نداشتند، در

1- Plant Height 2- Number of Branchs 3- Number of Pod per Plant 4- Number of seed per Pod
5- 100 Seed Weight 6- Grain Yield

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

نتیجه ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه نسبت به گرگان کاهش

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های مورد بررسی

چشمگیری داشت که این نتایج در راستای پژوهش شیخ و همکاران (۳۰) بود.

Tabel 1. The characteristics of the investigated genotypes

ژنوتیپ	کد	شجره	منشاء	ژنوتیپ	کد	شجره	منشاء
G1	G-faba-286	Flip11-090FB(F8/7119/06)	Icarda	G33	G-faba-354	Flip14-019FB(selTerC111/2012)	Icarda
G2	G-faba-287	Flip12-027FB (Fam.54-A)	Icarda	G34	G-faba-355	Flip14-050FB(selTerC35/2012)	Icarda
G3	G-faba-288	Flip03-069FB	Icarda	G35	G-faba-356	Flip14-051FB(selT erC62/2012)	Icarda
G4	G-faba-289	Lattakia 1	Icarda	G36	G-faba-357	Flip14-052FB(5/08/F8/7054/06)	Icarda
G5	G-faba-290	Lattakia 2	Icarda	G37	G-faba-358	Flip14-053FB(53/08/F8/7347/06)	Icarda
G6	G-faba-291	Lattakia 3	Icarda	G38	G-faba-359	Flip14-054FB(21/08/F8/7102/06)	Icarda
G7	G-faba-292	line 1/46	Icarda	G39	G-faba-360	Flip14-055FB(75/08/F8/7479/06)	Icarda
G8	G-faba-293	Aquadulce	Icarda	G40	G-faba-361	Flip14-056FB(93/08/F8/7711/06)	Icarda
G9	G-faba-294	Reiana Blanca	Icarda	G41	G-faba-362	Flip14-057FB(69/08/F8/7461/06)	Icarda
G10	G-faba-295	Rebaya 40	Icarda	G42	G-faba-363	Flip14-058FB(94/08/F8/7712/06)	Icarda
G11	G-faba-296	Hudiba 93	Icarda	G43	G-faba-364	Flip14-059FB(4/08/FB/7004/06)	Icarda
G12	G-faba-297	Giza 717	Icarda	G44	G-faba-365	Flip14-060FB(68/08/F8/7460/06)	Icarda
G13	G-faba-298	ILB 1814	Icarda	G45	G-faba-366	Flip14-061FB(15/08/F8/7094/06)	Icarda
G14	G-faba-335	Flip14-001FB (S 2007,057)	Icarda	G46	G-faba-367	Flip14-062FB(62/08/F8/7356/06)	Icarda
G15	G-faba-336	Flip14-002FB (S 2007,0.66)	Icarda	G47	G-faba-514	Barkat × Giza Blanca/13/6/8/2	Iran
G16	G-faba-337	Flip14-003FB (S2009,00122)	Icarda	G48	G-faba-515	Barkat × ILB 1814/15/3/6/4	Iran
G17	G-faba-338	Flip14-004FB (S2009,00132)	Icarda	G49	G-faba-516	Barkat × ILB 1266/24/3/9/1	Iran
G18	G-faba-339	Flip14-005FB (S2009,001139)	Icarda	G50	G-faba-517	Barkat × ILB 1270/26/3/4/7	Iran
G19	G-faba-340	Flip14-006FB (S2009,00126)	Icarda	G51	G-faba-518	Barkat × Aquodolce/22/13/9/5	Iran
G20	G-faba-341	Flip14-007FB (S2009,00150)	Icarda	G52	G-faba-519	Barkat × Giant/28/17/3/8	Iran
G21	G-faba-342	Flip14-008FB (S2009,00135)	Icarda	G53	G-faba-520	Barkat × New mammoth/14/3/7/2	Iran
G22	G-faba-343	Misr 1	Icarda	G54	G-faba-521	Barkat × Giza 717/12/3/9/2	Iran
G23	G-faba-344	Flip14-009FB(S2008,015)	Icarda	G55	G-faba-522	Barkat × ILB 5284/21/11/4/3	Iran
G24	G-faba-345	Flip14-010FB(S2008,018)	Icarda	G56	G-faba-523	Barkat × ILB 4720/16/3/8/2	Iran
G25	G-faba-346	Flip14-011FB(selTerc7/2012	Icarda	G57	G-faba-233	S 2008-025	Icarda
G26	G-faba-347	Flip14-012FB(selTerc31/2012	Icarda	G58	G-faba-525	Barkat × 98 264-1	Iran
G27	G-faba-348	Flip14-013FB(selTerC35/2012	Icarda	G59	check1	Barekat	Iran
G28	G-faba-349	Flip14-014FB(selTerC52/2012	Icarda	G60	check2	Flip-03-35FB	Icarda
G29	G-faba-350	Flip14-015FB(SelTerC57/2012)	Icarda	G61	check3	Luzdeotono	France
G30	G-faba-351	Flip14-016FB(selTerC62/2012)	Icarda	G62	check4	Histal	France
G31	G-faba-352	Flip14-017FB(selTerC80/2012)	Icarda	G63	check5	Icarus	Icarda
G32	G-faba-353	Flip14-018FB(selTerC81/2012	Icarda	G64	check6	Ascot	Icarda

توجیه‌پذیری اقتصادی تولید باقلا در دزفول و مناطق گرمسیر کشور به‌علت عرضه خارج فصل محصول می‌باشد (۲۹). میانگین تعداد غلاف در بوته با ۴۹/۳ درصد کاهش بیشترین مقدار افت را نشان داد، در واقع همزمانی دوره گلدهی با افزایش دمای ناگهانی دزفول باعث ریزش گل‌ها و کاهش تعداد غلاف در بوته شد. بیشترین تعداد غلاف در بوته در دو محیط گرگان و دزفول به‌ترتیب به ژنوتیپ‌های G60 و G5 با میانگین تعداد غلاف در بوته ۳۲/۱۳ و ۱۸/۳۰ تعلق داشت. ژنوتیپ‌های G62 و G51 به‌ترتیب با ۵/۲۵ و ۴/۲۵ دانه در غلاف بیشترین تعداد دانه در غلاف را در گرگان و دزفول داشتند. در گرگان ژنوتیپ G48 با ۵۰۵۷/۶۹ و در دزفول ژنوتیپ G50 با ۱۵۶۷/۳۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به‌خود اختصاص دادند. بیشترین مقادیر وزن صد دانه در محیط گرگان و دزفول به ژنوتیپ‌های G58 و G62 تعلق داشت. یکی از معضلات اصلاح نژاد برای مقاومت به بیماری، ناپایداری پاسخ و شکستن مقاومت است، از این رو مقاومت‌های مورد استفاده در به‌نژادی باید پایدار باشد و مقاومت ژنوتیپ‌ها در محیط‌ها و فصول مختلف ارزیابی شود (۳۰، ۳۴). در هر دو منطقه ارزیابی مقاومت به بیماری‌های قارچی انجام شد، به‌طور کلی شدت و گسترش بیماری در گرگان بیشتر از دزفول بود و این تفاوت به علت تفاوت شرایط اقلیمی دو منطقه می‌باشد (۳۱). بر اساس نتایج ارزیابی مقاومت نسبت به بیماری‌های قارچی، ژنوتیپ‌های G1، G64، G63، G56، G2، G47، G51، G58، G13، G60، G5 و G14 در گرگان، ژنوتیپ‌های G64، G27، G48، G50، G54، G60، G8، G52، G46، G45، G38، G42 و G55 در دزفول دارای کم‌ترین مقادیر sAUDPC و به‌عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به بیماری لکه شکلاتی شناسایی شدند (جدول پیوست ۱ و۲). ویلگزفرناندز و همکاران (۳۵)، مقاومت ۳۰۷ لاین باقلا را نسبت به بیماری لکه شکلاتی در قالب تجزیه مرکب در پنج مکان بررسی کردند و هشت لاین (BPL710, BPL 1763, ILB 4726, LPF 120, ILB 4709, ILB 5284, Sel.97 Lat.97 132-1, Sel.97 Lat.97 132-3) را به‌عنوان منبع مقاومت به بیماری لکه شکلاتی معرفی کردند. همچنین در مطالعه دیگر شیخ و دهقانی (۲۷) چهار ژنوتیپ BPL710، FLIP03-29FB، FLIP03-34FB و FLIP03-52FB را به‌عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها به بیماری لکه شکلاتی معرفی کردند. بر اساس نتایج حاصل از سایر پژوهش‌ها، رقم Icarus (BPL710) می‌تواند به‌عنوان شاهد مقاوم به لکه‌شکلاتی در برنامه‌های ارزیابی استفاده شود (۵،۲۷،۳۵).

ژنوتیپ‌های G43، G48 و G31 دارای بیش‌ترین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و حساس به بیماری سوختگی استمفیلیومی بودند، ژنوتیپ‌های G1، G64، G63، G56، G2، G47، G51 و G58 با داشتن کمترین مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری سوختگی استمفیلیومی بودند و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها نسبت به این بیماری در گرگان شناخته شدند. در دزفول نیز ژنوتیپ‌های G49، G57، G14، G54، G55، G64 و G8 مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. در تحقیقی دیگر ارزیابی ۹۹ ژنوتیپ باقلا نسبت به بیماری سوختگی استمفیلیومی باقلا انجام شد و چهار ژنوتیپ (S 2001- 096- BC، line F6 latt/285/08، FLIP03-35FB و Icarus) به‌عنوان مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها شناسایی شدند (۲۹). مقایسه میانگین sAUDPC برای بیماری لکه برگی آلترناریایی نشان داد، ژنوتیپ G15 مقاوم‌ترین و ژنوتیپ‌های G48، G47 و G63 حساس‌ترین، ژنوتیپ‌ها بودند، بحیری و همکاران (۳) پس از ایجاد آلودگی مصنوعی ۱۶ لاین و ژنوتیپ باقلا با ایزوله Alternaria alternata ژنوتیپ‌های Giza2، Sakha2، Nobaria1 و Nobaria2 را به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به این بیماری معرفی کردند.

عملکرد دانه دارای توارث پیچیده‌ای است، توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرد (۳۴)، از این رو انتخاب غیرمستقیم و گزینش از طریق صفات دیگر، صفات دارای وراثت‌پذیری زیاد و همبستگی قوی با عملکرد اقتصادی کارایی بیشتری نسبت به انتخاب مستقیم خواهد داشت. برآورد همبستگی‌های فنوتیپی در هر دو محیط در جدول ۳ مشاهده می‌شود. بین صفات تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و ارتفاع بوته با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۳) که در توافق با یافته‌های سایر پژوهشگران است (۱،۶،۸،۱۴). صفات تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه از اجزای مهم عملکرد در باقلا محسوب می‌شوند و توارث‌پذیری بالایی دارند، بنابراین می‌توان از صفات فوق به‌عنوان شاخص‌های انتخاب برای افزایش عملکرد استفاده کرد. در آزمایش دزفول علاوه بر صفات فوق همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه مشاهده شد، که این نتایج در راستای پژوهش (۶،۳۴) می‌باشد، دلیل این موضوع را می‌توان به واکنش مناسب ارقام دانه متوسط و دانه ریز به شرایط آب و هوایی گرمسیر و نیمه گرمسیر نسبت داد. بین تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته همبستگی منفی و معنی‌داری در هر دو محیط مشاهده شد، وجود این همبستگی موید این مطلب است که ژنوتیپ‌هایی با تعداد غلاف بیشتر، تعداد دانه در غلاف کمتری دارند و بالعکس. صفت وزن صد دانه بین ژنوتیپ‌های باقلا از تنوع بالایی برخوردار است (۷)، باقلا از لحاظ تنوع وزن صد دانه یک محصول زراعی منحصر به فرد است، وزن صددانه آن بین ۲۲۰–۳۰۰ گرم متغیر است، ژنوتیپ‌هایی با وزن صد دانه زیاد، بازارپسندی بیشتری دارند (۲۸)، ولی اگر بخواهیم باقلا را به‌عنوان یک گیاه پوششی کشت نماییم، به منظور کاهش هزینه تامین بذر ارقام دانه ریز از مقبولیت بیشتری برخوردارند. ارتباط منفی و معنی‌دار بین تعداد روز تا رسیدگی و وزن صد دانه مشاهده شد، ژنوتیپ‌های دیررس‌تر به علت مواجه شدن دوره پر شدن دانه با دماهای بالا اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد، وزن صد دانه کمتری خواهند داشت که در توافق با گزارش اشو و همکاران (۶) است. در این پژوهش همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و صفت تعداد روز تا رسیدگی مشاهده نشد (جدول ۳) که این نتایج در راستای پژوهش شریفی و همکاران (۲۶) بود. زمان رسیدگی بر روی عملکرد دانه تاثیری ندارد، بلکه زودرسی فرصتی برای کشت به موقع محصول دوم فراهم می‌کند (۷). همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری‌های مورد بررسی با یکدیگر در هر دو محیط مشاهده شد، یعنی شرایط مساعد برای عامل قارچی هر سه بیماری تا حد زیادی یکسان بوده و افزایش میزان هر یک از پاتوژن‌ها و خسارت به گیاه به شیوع و افزایش آلودگی بیماری‌های دیگر نیز کمک کرده است (۲۹). در این بررسی همبستگی بین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری‌های مورد بررسی با عملکرد دانه معنی‌دار نبود. در پژوهش دیگری پژوهش ساهار و همکاران (۲۵) اظهار داشتند بین شدت بیماری و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد که با نتایج پژوهش حاضر تناقض داشت. دلیل این تناقض را می‌توان به وجود ژنوتیپ‌های متحمل نسبت به بیماری و تفاوت مواد ژنتیکی مورد استفاده در هر مطالعه نسبت داد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف ژنوتیپ‌های باقلا در دو محیط گرگان و دزفول
Table 2. Analysis of variance studied traits in faba bean genotypes in Gorgan and Dezful

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد روز تا رسیدگی کامل	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد شاخه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	sAUDPC Ch	sAUDPC S	sAUDPC Al
محیط	۱	۱۰۴۷۳۳/۱۴**	۴۶/۸۳**	۳۰۸۵۲۵۸۲۱/۸**	۲۳۹۳۹/۴۳**	۱۷۱/۱۰**	۶۶۲۲/۸۰**	۴۶۲۹۶۷/۱۲**	۵۷۶۰۰/۶**	۴۹۹۵۴/۴۸**	۶۶۸۴۵/۴۷**
اشتباه یک	۲	۰/۲۰	۰/۰۴	۱۲۸۵۷	۵۳/۱۷	۱/۶۹	۳/۴۳	۸۴/۷۰	۵۳/۰۵	۱۷/۲۶	۶/۹۶
ژنوتیپ	۶۳	۱۰/۳۸**	۰/۷۸**	۶۴۱۳۷۳/۴**	۱۷۳۲/۳۵**	۱/۸۴**	۳۴۵۱/۴۰**	۱۸۱/۶۰**	۳۹/۶۴**	۴۳/۰۱*	۲۶/۸۹**
ژنوتیپ × محیط	۶۳	۸/۰۸**	۰/۲۲**	۳۷۹۱۷۹/۹**	۲۷۱/۲۶**	۱/۳۸**	۱۱۰۸/۶۱**	۱۱۶/۶۱**	۴۲/۸۸**	۴۶/۶۳**	۲۸/۶۰**
اشتباه دو	۹۸	۱/۴۶۵	۰/۰۱	۱۲۳۱۱/۳	۱۰/۳۵	۰/۲۳	۱/۳۸	۶۸/۱۱	۳/۸۶	۴/۷۰	۵/۴۳
ضریب تغییرات		۱/۴۸	۳/۷۴	۸/۳۷	۳/۱۰	۱۰/۸۶	۷/۵	۷/۸۹	۱۰/۵۱	۱۱/۰۷	۱۲/۲۱

ns ، *و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.
sAUDPCCh: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه‌شکلاتی؛ sAUDPC S : سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری سوختگی استمفیلیومی؛ sAUDPC Al: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه برگی آلترناریایی.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های باقلا (محیط گرگان: بالای قطر؛ محیط دزفول: پایین قطر)
Table 3. Correlation coefficient among studied traits in faba bean genotypes (Gorgan: above the diameter; Dezful: bottem diameter)

	تعداد روز تا رسیدگی کامل	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد شاخه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته	sAUDPC Ch	sAUDPC S	sAUDPC Al
تعداد روز تا رسیدگی کامل	۱	۰/۰۹۷	۰/۱۵۹	-۰/۲۷۸*	۰/۱۹۰	۰/۳۸۲**	۰/۰۲۶	۰/۰۰۶	-۰/۱۷۰	-۰/۲۴۰
تعداد دانه در غلاف	۰/۱۷۶	۱	۰/۴۹۳**	۰/۶۲۹**	-۰/۲۱۴	-۰/۵۹۶**	۰/۰۰۵	-۰/۱۳۳	۰/۲۶۶*	۰/۰۶۳
عملکرد دانه	۰/۰۰۷	۰/۲۵۳*	۱	۰/۵۶۲**	-۰/۱۶۲	۰/۰۰۸	۰/۲۶۵*	-۰/۲۰۰	۰/۰۵۱	۰/۰۷۰
وزن صد دانه	۰/۰۷۳	۰/۳۳۴**	۰/۲۷۳*	۱	-۰/۲۲۰	۰/۷۴۳**	۰/۲۳۹	-۰/۱۵۱	۰/۳۴۰**	۰/۱۷۸
تعداد شاخه در بوته	۰/۳۲۹**	-۰/۱۳۰	-۰/۰۷۸	-۰/۰۳۴	۱	۰/۱۹۱	-۰/۲۱۵	۰/۱۵۷	-۰/۰۷۵	-۰/۰۷۶
تعداد غلاف در بوته	-۰/۰۰۵	-۰/۵۵۸**	۰/۳۱۵*	-۰/۵۴۳**	-۰/۰۳۶	۱	۰/۰۳۳	۰/۰۰۴	-۰/۴۴۴**	-۰/۲۱۴
ارتفاع بوته	-۰/۲۰۴	۰/۳۲۲**	۰/۳۳۵**	۰/۲۳۰	۰/۰۶۷	-۰/۱۲۹	۱	-۰/۳۰۰*	-۰/۱۸۴	-۰/۲۵۴*
sAUDPC Ch	۰/۲۲۰	-۰/۱۵۳	۰/۰۳۹	-۰/۱۶۹	۰/۰۴۸	۰/۲۳۸	-۰/۲۶۳*	۱	۰/۲۹۳*	۰/۲۰۹
sAUDPC S	۰/۱۷۳	-۰/۱۶۹	۰/۰۹۸	-۰/۱۰۳	-۰/۱۳۸	۰/۱۸۵	-۰/۲۹۹*	۰/۵۱۳**	۱	۰/۵۲۵**
sAUDPC Al	-۰/۰۱۸	-۰/۱۳۲	۰/۱۷۳	-۰/۱۳۰	-۰/۰۶۹	۰/۲۷۵*	-۰/۱۶۹	۰/۷۳۵**	۰/۴۲۹**	۱

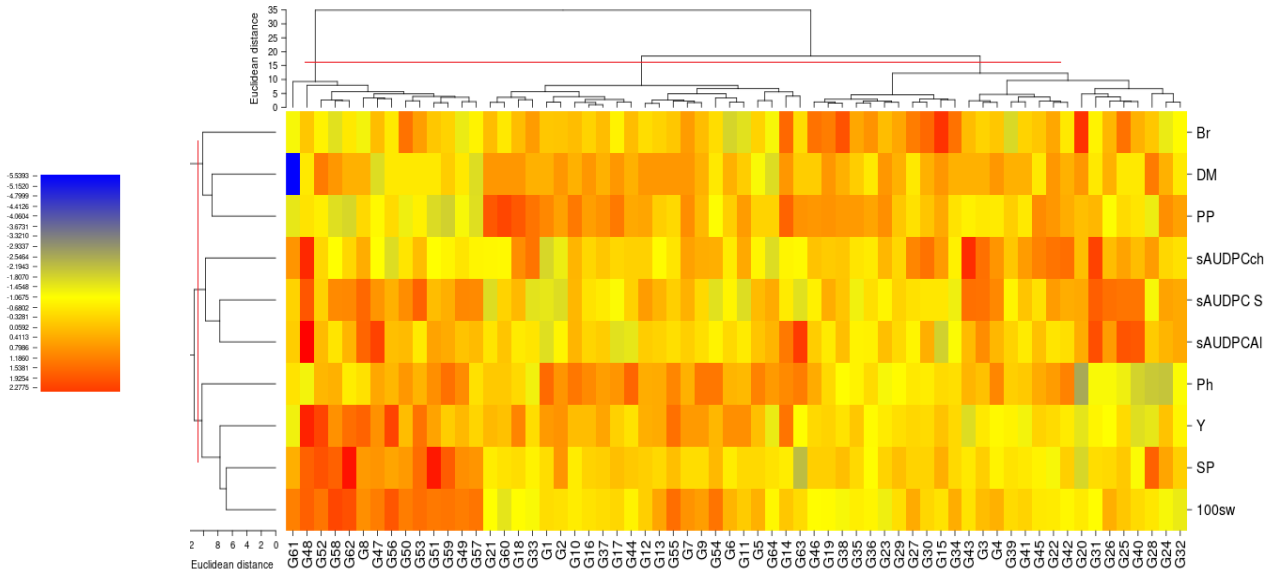
*و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.
sAUDPCCh: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه‌شکلاتی؛sAUDPC S : سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری سوختگی استمفیلیومی؛ sAUDPC Al: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه برگی آلترناریایی.

با توجه به تنوع رنگ موجود در نقشه هیت مپ، ژنوتیپ‌ها تنوع چشمگیری از نظر پارامترهای مورد بررسی در دو محیط گرگان و دزفول نشان دادند (شکل‌های ۱ و۲)، در نقشه هیت‌مپ شدت رنگ‌ها نشان‌دهنده میزان صفت مورد نظر در ستون ژنوتیپ‌های مربوطه می‌باشد و هر چقدر به سمت رنگ آبی رفته از شدت صفت کاسته می‌شود. از این آنالیز گرافیکی جهت گروه‌بندی صفات و ژنوتیپ‌ها در تحقیقات پیشین استفاده شده‌است (۲،۳۶). در محیط گرگان ژنوتیپ‌ها به سه گروه تقسیم شدند. ژنوتیپ‌های G61، G48، G52، G58، G62، G8، G47، G56، G50، G53، G51، G59، G47، G49 و G57، در گروه اول قرار گرفتند (شکل ۱). ارقام شاهد هیستال (G62)، لوزدی‌اتونو (G62)، شاهد برکت و رقم تجاری اکودلس[1] و ۱۱ لاین اصلاح شده داخلی، در این گروه قرار گرفتند (جدول ۱)، این ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته، زودرسی، وزن صد دانه، مقاومت به بیماری لکه شکلاتی نسبت به دو گروه دیگر برتر بودند (جدول پیوست ۱ و ۲)، ولی از لحاظ مقاومت به بیماری‌های سوختگی استمفیلیومی و بیماری لکه برگی آلترناریایی به‌ترتیب جزء ارقام نیمه‌مقاوم و حساس بودند. ژنوتیپ‌های گروه اول برای کشت در مناطقی با اقلیم مشابه شهرستان گرگان در شرایط کنترل بیماری مناسب هستند. ژنوتیپ‌های G21، G60، G18، G33، G1، G2، G10، G16، G37، G17، G44، G12، G13، G55، G7، G9، G54، G6، G11، G5، G64، G14 و G63، در گروه دوم قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شاخص این گروه شاهدهای مقاوم به بیماری Ascot(G64)، Icarus(G63)، Flip-03-35FB(G60) بودند (۲۸،۳۰). عملکرد و اجزاء عملکرد گروه دوم در سطح میانگین کل بود، ژنوتیپ‌های این گروه از نظر مقاومت به بیماری‌ها جزء ارقام مقاوم و نسبتاً مقاوم بودند، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان یک منبع مقاومت در برنامه‌های به‌نژادی استفاده کرد. در بین ژنوتیپ‌های این گروه ژنوتیپ G55، علاوه بر مقاومت به بیماری، از عملکرد دانه و وزن صد دانه بالایی برخوردار بود و می‌تواند به‌عنوان یک لاین امید بخش بررسی گردد. سایر ژنوتیپ‌ها در گروه سوم قرار گرفتند، این گروه عملکرد پایین‌تر از میانگین کل داشت و نسبت به بیماری‌های مورد بررسی عکس‌العمل نیمه‌حساس تا حساس نشان دادند (شکل ۱). سایر محققان نیز از تجزیه کلاستر برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های باقلا استفاده کردند (۲۹). چایب و همکاران (۵) پس از گروه‌بندی ۱۳ ژنوتیپ باقلا با استفاده از روش UPGMA، رقم اکودلس را با داشتن تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه زیاد، ارتفاع بوته و تعداد شاخه متوسط به‌عنوان رقم برتر باقلا معرفی کردند. بر اساس آنالیز گرافیکی هیت‌مپ در دزفول، ژنوتیپ‌ها به چهار گروه تقسیم شدند (شکل ۲)، گروه اول شامل ژنوتیپ‌های G8، G52، G55، G50، G53، G47، G51، G56، G62، G48 و G49 بودند، این ژنوتیپ‌ها برای صفات عملکرد و اجزاء عملکرد مقادیر بالاتری نسبت به ژنوتیپ‌های گروه‌های دیگر داشتند و در عین حال مقاومت بیش‌تری نیز نسبت به بیماری‌ها از خود نشان دادند. بنابراین ژنوتیپ‌های این گروه پس از انجام بررسی‌های تکمیلی می‌توانند به‌عنوان ارقام مناسب کشت در دزفول و اقلیم‌های مشابه معرفی شوند. گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های G5، G12، G1 و G2 در گروه دوم جای گرفتند، این گروه بالاترین حساسیت نسبت به بیماری‌های لکه برگی باقلا را در منطقه دزفول داشت، از لحاظ عملکرد دانه در سطح متوسط قرار گرفت. گروه سوم شامل ژنوتیپ‌های G33، G42، G9، G10، G3، G4، G34، G11، G6، G27، G54 و G57 بود، ژنوتیپ‌های عملکرد دانه پایین‌تر میانگین کل داشتند و نسبت به بیماری‌های لکه برگی باقلا مقاوم و نیمه مقاوم بودند. سایر ژنوتیپ‌ها در گروه چهارم قرار گرفتند، ژنوتیپ‌های این گروه از لحاظ عملکرد و مقاومت به بیماری در سطح متوسط قرار داشتند. با توجه به نتایج گروه‌بندی صفات (شکل‌های ۱ و ۲) و نتایج سایر تحقیقات می‌توان گفت که برای افزایش صفت مهم و اقتصادی عملکرد دانه در صورت عدم امکان انتخاب مستقیم می‌توان از انتخاب غیرمستقیم به کمک صفات مرتبط با آن مانند تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه استفاده کرد (۶،۳۲).

1- Aquadulce

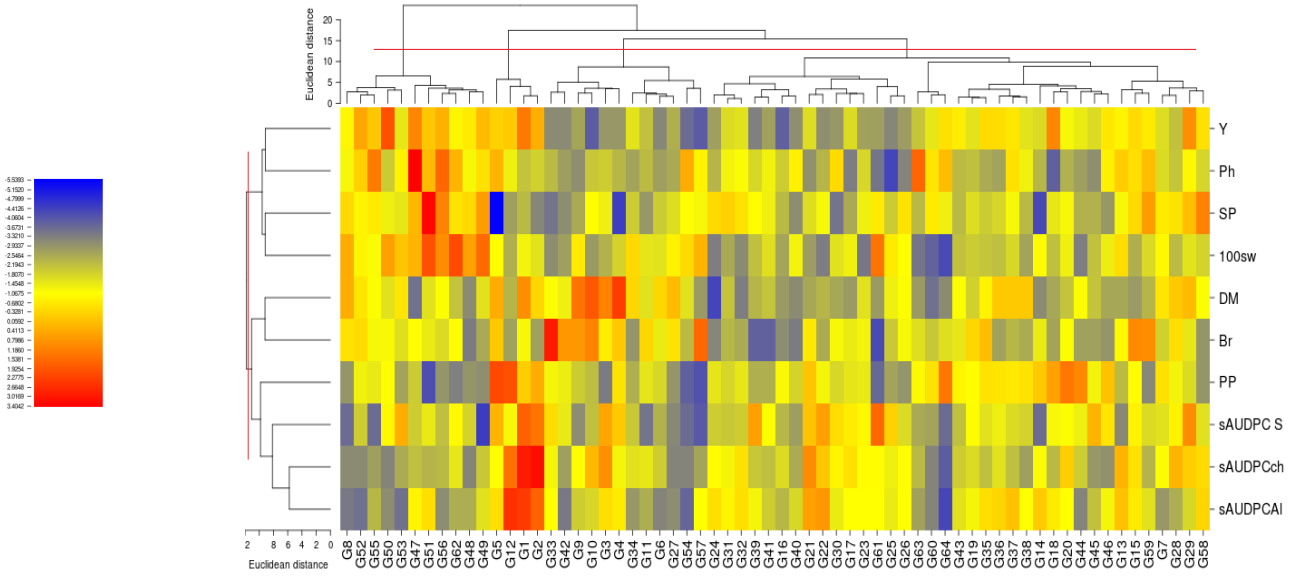
[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

یکی از مهم‌ترین صفات جهت انتخاب رقم مناسب، زودرسی است، ژنوتیپ‌های زودرس‌تر به‌عنوان والد در انتقال صفت زودرسی به سایر ژنوتیپ‌ها استفاده خواهندشد. همچنین با توجه به نقشه هیتمپ به آسانی بیشترین و کمترین میانگین برای هر صفت قابل تشخیص است. ژنوتیپ‌های مزبور می‌توانند به عنوان والدین مناسب جهت تهیه جمعیت‌های ژنتیکی مناسب برای ترسیم نقشه ژنتیکی استفاده شوند (۲۷). همچنین امکان شناسایی QTLهای کنترل‌کننده صفات کمی درگیر در مقاومت به بیماری فراهم شده‌است و نشانگرهای مولکولی امکان انتقال QTLهای بزرگ اثر به ارقام زراعی پرمحصول ولی حساس را فراهم خواهد نمود.



شکل ۱- نمایش گرافیکی اطلاعات با استفاده از نقشه هیت مپ در محیط گرگان
Figure 1. Graphical display of data using a heat map in Gorgan

DM: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ Ph: ارتفاع بوته؛ Br: تعداد شاخه در زمان گلدهی؛ PP: تعداد غلاف در بوته؛ SP: تعداد دانه در غلاف؛ Y: عملکرد دانه؛ 100SW: وزن صد دانه؛ sAUDPCCh: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه‌شکلاتی؛ sAUDPC S: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری سوختگی استمفیلیومی؛ sAUDPC Al: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه برگی آلترنارییایی.



شکل ۲- نمایش گرافیکی اطلاعات با استفاده از نقشه هیت مپ در محیط دزفول
Figure 2. Graphical display of data using a heat map in Dezful.

DM: تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک؛ Ph: ارتفاع بوته؛ Br: تعداد شاخه در زمان گلدهی؛ PP: تعداد غلاف در بوته؛ SP: تعداد دانه در غلاف؛ Y: عملکرد دانه؛ 100SW: وزن صد دانه؛ sAUDPCCh: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه‌شکلاتی؛ sAUDPC S: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری سوختگی استمفیلیومی؛ sAUDPC Al: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه‌برگی آلترنارییایی.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

بعد از انتخاب مدل تجزیه مقدار منفرد داده‌های استاندارد شده بر اساس انحراف استاندارد درون صفتی، در نرم‌افزار GGEbiplot ایجاد شد (شکل‌های ۳ ، ۵)، که در آن صفات و ژنوتیپ‌ها نمایش داده شدند. این نوع بای پلات به درک روابط متقابل میان صفات و ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات کمک می‌کند. بای‌پلات ژنوتیپ – صفت (GT) ۵۰/۹ و ۴۳/۷ درصد از تغییرات داده‌های استاندارد شده، به ترتیب در شرایط گرگان و دزفول از کل تنوع داده‌های استاندارد شده را توجیه کرد (شکل ۳). این درصد نسبتاً متوسط نشان‌دهنده پیچیدگی روابط بین صفات مورد بررسی می‌باشد (۲۳،۳۸). با این وجود بای پلات یکی از بهترین راه‌های نشان دادن رابطه بین صفات است (۱۷). در میان روش‌های متعدد برای ترسیم بای‌پلات ژنوتیپ در صفت (GT)، نمای چندضلعی[1] کمک می‌کند که ژنوتیپ‌های دارای بالاترین مقدار برای یک صفت یا بیشتر صفات قابل تشخیص باشند، این روش بهترین راه برای تجسم و تشخیص الگوها و روابط بین ژنوتیپ‌ها است (۱۹). همان‌طور که مشاهده می‌شود، ۳۰/۸ و ۲۰/۱ درصد تغییرات به ترتیب توسط دو مولفه PC1 و PC2 توجیه شدند. ده صفت مورد مطالعه در این بررسی به هفت گروه تقسیم شدند و ژنوتیپ‌های G1، G58، G62، G48، G31، G20 و G33 در رئوس چند ضلعی قرار گرفته‌اند (شکل ۳– الف)، از آنجایی‌که این ژنوتیپ‌ها بیشترین فاصله را از مبدأ بای‌پلات دارند، به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها برای بعضی از صفات یا همه صفات محسوب می‌شوند (۱۲). در گروه اول صفات تعداد دانه در غلاف و وزن صددانه قرار داشتند و ژنوتیپ G62 در رأس قرار گرفت و بیشترین مقادیر این صفات را داشت. گروه دوم فقط صفت عملکرد دانه قرار داشت و ژنوتیپ‌های G52، G56 و G58 بالاترین مقادیر را داشتند، گروه سوم شامل ارتفاع بوته و روز تا رسیدگی بود و ژنوتیپ‌های G1 و G21 در رأس جای گرفتند.

در گروه چهارم تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته قرار داشت و ژنوتیپ G33 در رأس قرار گرفت. همچنین ژنوتیپ G48 بیشترین سطح زیرمنحنی پیشرفت بیماری‌های لکه برگی آلترناریایی و سوختگی استمفیلیومی را در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشت، بنابراین به‌عنوان حساس‌ترین ژنوتیپ نسبت به این دو بیماری شناخته شد. ژنوتیپ G31 بیشترین مقدار سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری لکه شکلاتی را داشت و حساس‌ترین ژنوتیپ نسبت به این بیماری شناخته شد.

ژنوتیپ G64، با توجه به قرارگیری در مبدأ بای‌پلات بیشترین مقاومت نسبت به بیماری را داشت و ژنوتیپ‌های G4، G5 و G27 در رتبه بعدی قرار گرفتند. در نهایت با توجه به مجموع صفات ژنوتیپ‌های G52، G56 و G58 مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در شرایط گرگان می‌باشند (شکل ۳– الف).

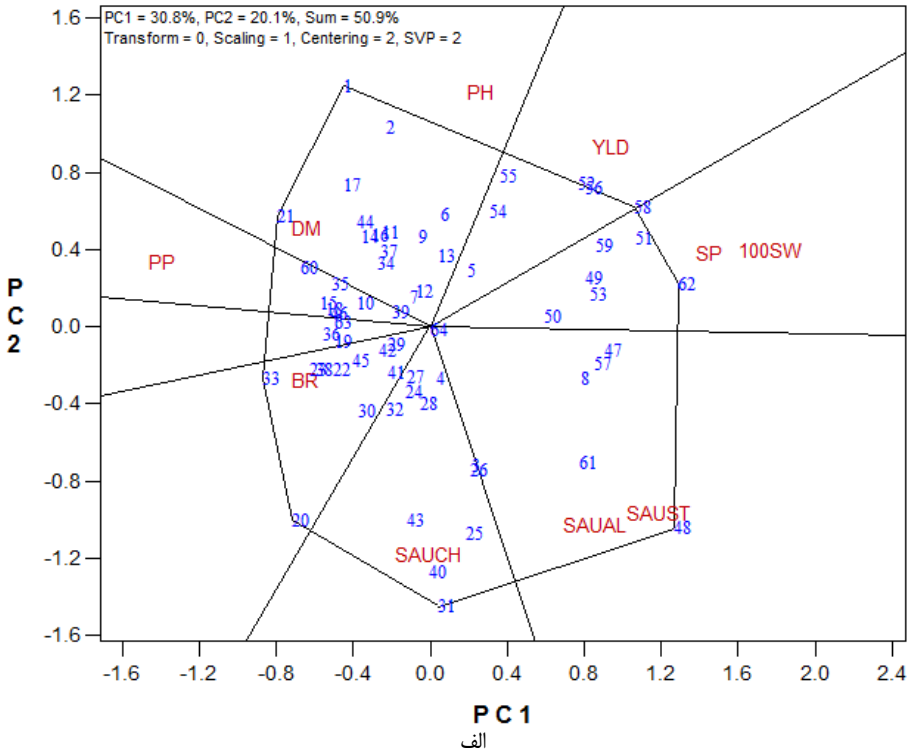
ژنوتیپ‌های G2، G4، G10، G12، G47، G51، G54 و G56 در رئوس چند ضلعی نمودار چند ضلعی ژنوتیپ – صفت (GT) در شرایط دزفول قرار گرفتند (شکل ۳– ب). از آنجایی که این ژنوتیپ‌ها بیشترین فاصله را از مبدأ بای‌پلات دارند، به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها برای بعضی از صفات یا همه صفات محسوب می‌شوند. ژنوتیپ‌های شماره G1، G2 و G12 از لحاظ سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری‌های لکه‌برگی آلترناریایی، سوختگی استمفیلیومی و لکه‌شکلاتی بیشترین و ژنوتیپ‌های G24، G43 و G8 کمترین مقدار را داشتند. بنابراین به‌ترتیب به‌عنوان مقاوم‌ترین و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به این بیماری‌ها شناخته شدند. ژنوتیپ‌های G4 و G10 بیشترین مقادیر روز تا رسیدگی و تعداد شاخه در بوته را داشتند. در نهایت با توجه به بای‌پلات ژنوتیپ‌های G47، G51 و G56 بالاترین عملکرد و ارتفاع بوته را در در شرایط دزفول داشتند. ژنوتیپ G54 نیز در راس قرار گرفت (شکل۳ –ب)، ژنوتیپ‌هایی که در رأس یک بخش از چند ضلعی فاقد صفت مشخص قرار می‌گیرند، جهت انجام برنامه‌های به‌نژادی مناسب نیستند (۱۱).

درک روابط بین صفات مرفولوژیکی، اجزای عملکرد با عملکرد دانه به تصمیم‌گیری در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر کمک می‌کند. در شکل ۴، بای پلات صفات و ژنوتیپ‌ها آورده‌شده‌است، این نوع بای‌پلات به درک روابط بین صفات و ارزیابی ژنوتیپ‌ها کمک می‌کند، بردارهایی که از مبدأ بای‌پلات سرچشمه می‌گیرند، به علائم صفات وصل می‌شوند، روابط بین و درون صفات و تنوع داده‌های استاندارد شده را توضیح می‌دهد (۱۷). از آنجایی‌که کسینوس زاویه بین بردارهای هر دو صفت ضریب همبستگی بین آن‌ها برآورد می‌کند، این شکل بای‌پلات بهترین راه برای نمایش گرافیکی روابط متقابل میان صفات است. کسینوس زاویه بین دو صفت همبستگی بین آن‌ها را برآورد می‌کند، اگر زاویه بین بردارهای دو صفت کمتر از ۹۰ درجه باشد، بین آن دو صفت همبستگی مثبت، اگر زاویه بیشتر از ۹۰ درجه باشد، همبستگی منفی و اگر زاویه ۹۰ درجه باشد، بین آن دو صفت همبستگی وجود ندارد (۹،۱۱،۳۸). طول بردارها پاسخ‌دهی صفات را به ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد به طوری‌که هرچه طول بردار یک صفت بیشتر باشد نشان‌دهنده آن است که آن صفت دارای قدرت پاسخ‌دهی بیشتر به ژنوتیپ‌ها می‌باشد و صفاتی که در منشأ بای‌پلات قرار می‌گیرند، هیچ پاسخی به ژنوتیپ‌ها نمی‌دهند (۱۷،۲۳،۲۴).

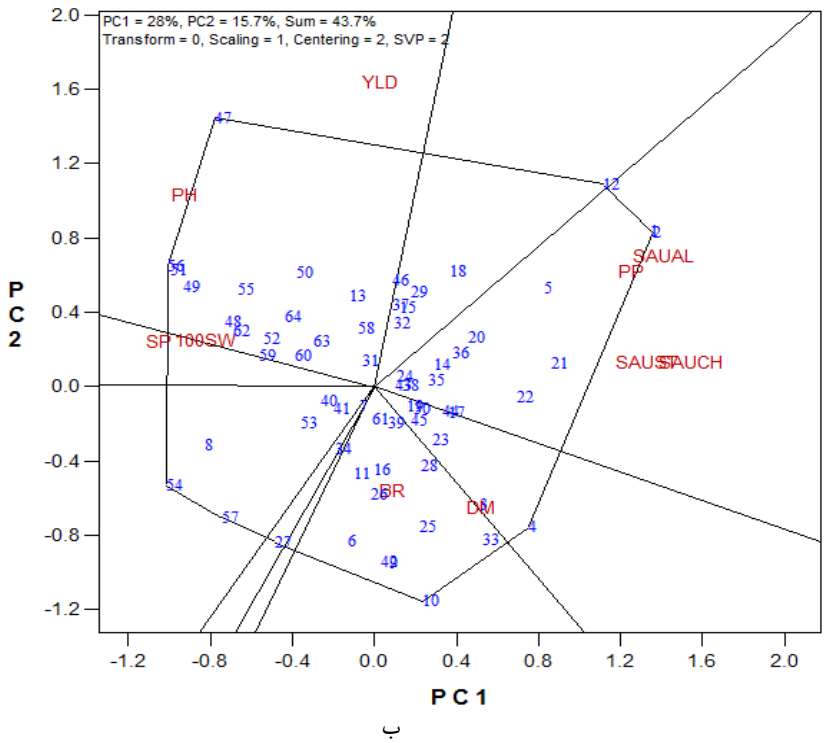
1- Polygon view

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]



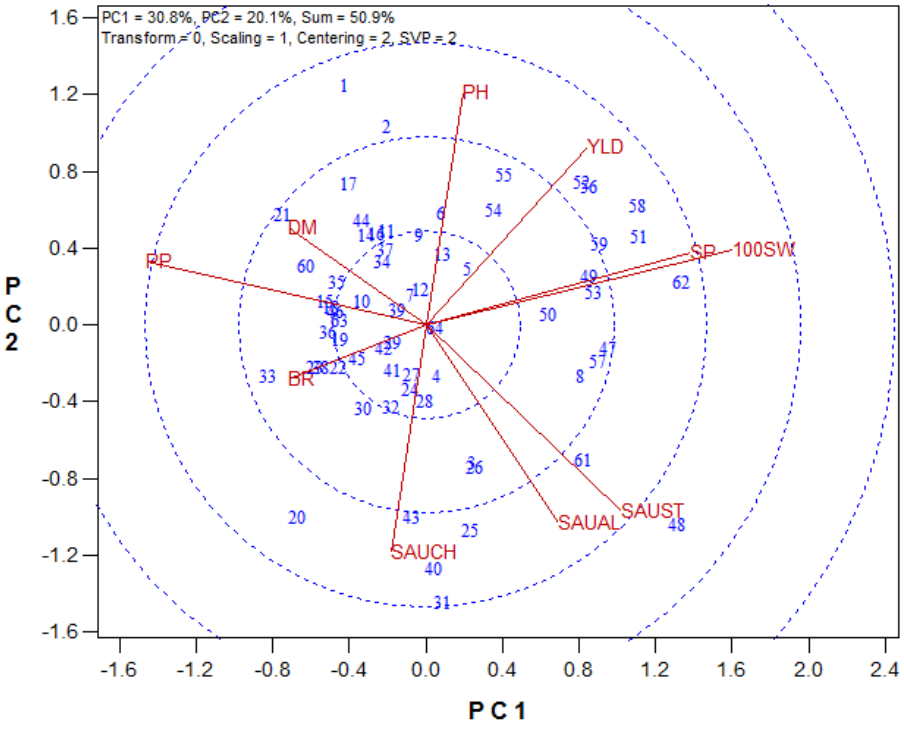
الف



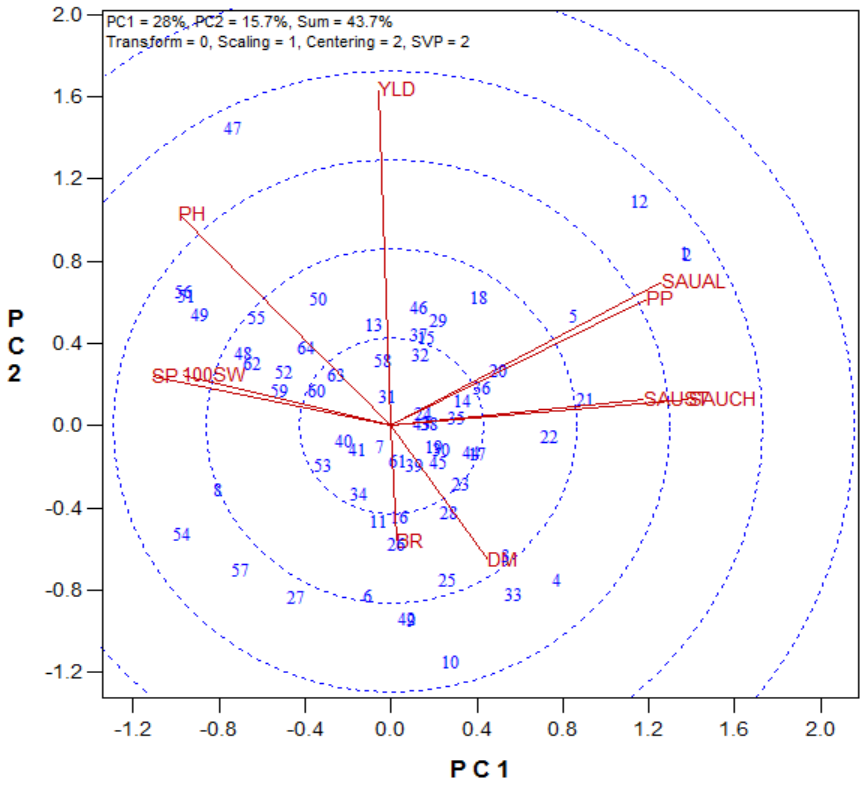
ب

شکل ۳- نمودار چندضلعی GT biplot برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های باقلا در شرایط گرگان (الف) و دزفول (ب)
Figure 3. GT biplot Polygon for grouping the Faba bean genotypes in Gorgan (a), Dezful(b)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]



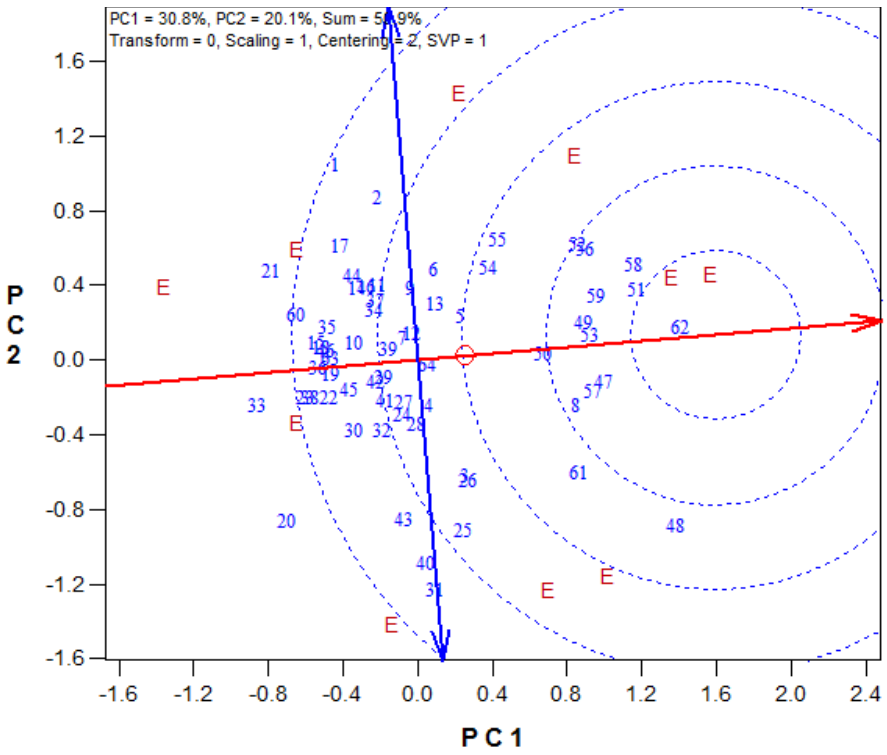
الف



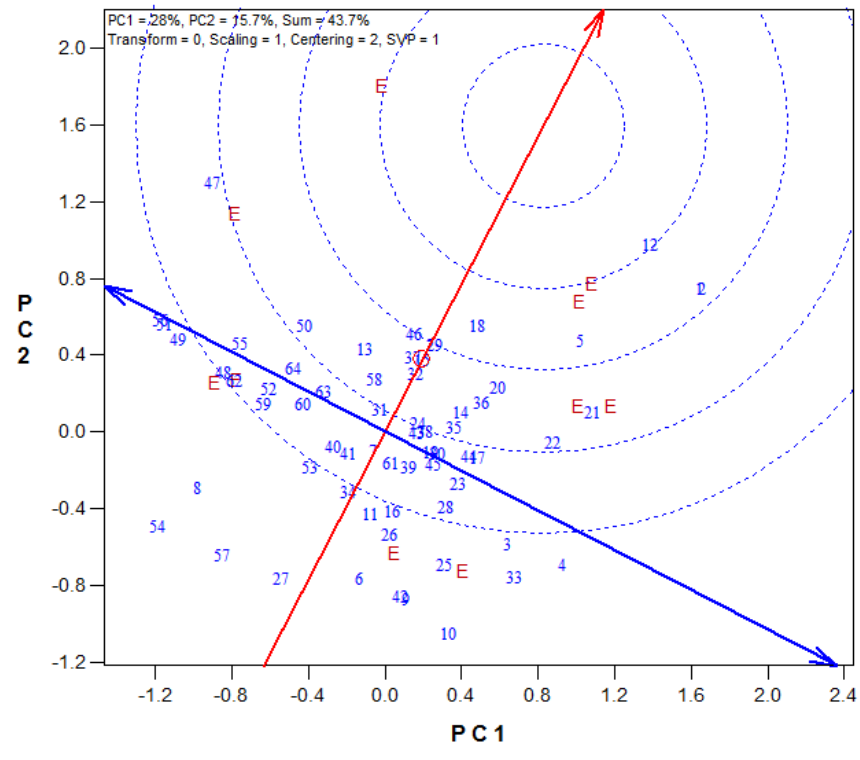
ب

شکل ۴- نمای برداری نمودار دو وجهی ژنوتیپ‌های باقلا در شرایط گرگان (الف) و دزفول (ب)
Figure 4. Biplot Vector view of Faba bean genotypes in Gorgan (a), Dezful(b)

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]



الف



ب

شکل ۵- نمایش ژنوتیپ ایده‌آل بای پلات ژنوتیپ × صفت بر اساس صفات مورد بررسی در شرایط گرگان (الف) و دزفول (ب)
Figure 5. Ideal genotype view of genotype × traits biplot of measured traits Gorgan (a), Dezful(b)

با توجه به شکل (۴- الف) در محیط گرگان همبستگی مثبت بالایی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف، وزن صددانه و ارتفاع بوته وجود داشت که در توافق با نتایج یافته‌های سایر محققان است (۵). عمار و همکاران (۱) در آزمایش خود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه با عملکرد دانه مشاهده کردند که موافق

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]
[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

با نتایج پژوهش حاضر بود. صفات تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه از اجزای عملکرد باقلا محسوب می‌شوند و توارث‌پذیری بالایی دارند (۱،۱۴،۳۸)، بنابراین گزینش بر اساس این صفات راه مطمئن و سریعی برای غربال ژنوتیپ‌های برتر باقلا به‌منظور بهبود عملکرد می‌باشد. زاویه کوچک بین وزن صد دانه و عملکرد دانه، نشان‌دهنده مثبت و بسیار بالای این دو صفت است و بررسی یک صفت از بین این دو کفایت می‌کند. همچنین بین صفات سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری‌های لکه برگی آلترناریایی، سوختگی استمفیلیومی و لکه‌شکلاتی همبستگی مثبتی وجود داشت (شکل ۴) که نشان‌دهنده این مطلب است که این بیماری‌ها ارتباط مثبتی باهم دارند و با افزایش سطح پیشرفت یکی از آن‌ها در گیاه باقلا بیماری‌های دیگر هم افزایش می‌یابند. بسته به سهم بای‌پلات از تغییرات موجود در داده‌ها، روابط مشخص شده در بای‌پلات را می‌توان با استفاده از جدول ضرایب همبستگی تایید و مطابقت بین آن‌ها را مشاهده کرد (۱۷). در مطالعه حاضر نیز تطابق بین نتایج حاصل از ضرایب همبستگی و بای‌پلات GT مشاهده شد. کک و همکاران (۱۲) با مطالعه روابط بین صفات و مقایسه بین دو روش بای‌پلات GT و تجزیه همبستگی دریافتند که انطباق کامل بین این دو روش وجود ندارد، با توجه به اینکه بای‌پلات کمتر از ۱۰۰ درصد تغییرات را به خود اختصاص می‌دهد، این نتیجه دور از انتظار نیست. همچنین با توجه به نمایش برداری بای پلات در شرایط دزفول نیز (شکل ۴-ب) همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه با تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، تعداد روز تا رسیدگی و ارتفاع بوته وجود داشت. مطالعه هم‌زمان اثر ژنوتیپ و برهمکنش ژنوتیپ در محیط با نمای محور تستر متوسط (ATC) از بای‌پلات نشان داد که در محیط گرگان ژنوتیپ‌های نزدیک به محور ATC، شامل ژنوتیپ‌های G62، G51، G53، G58، G47، G57، G49 و G50 (شکل ۵-الف) و در محیط دزفول ژنوتیپ‌های G12، G1، G2، G5 و G18 (شکل ۵- ب) علاوه بر پایدار بودن نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، از عملکرد بالاتر از متوسط کل برخوردار بودند و می‌توانند به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار در نظر گرفته شوند. با توجه به این نمودار ژنوتیپی ایده‌ال و برتر است که کمترین فاصله را با دایره مرکزی داشته باشند (۹،۱۲). در گرگان، ژنوتیپ G62 به‌دلیل فاصله کم آن از محور افقی، مطلوب‌ترین ژنوتیپ از لحاظ صفات مورد بررسی بود (شکل ۵-الف).

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج نشان داد، GT بای‌پلات ابزار گرافیکی قدرتمندی برای تفسیر روابط پیچیده صفات است. استفاده از این روش امکان شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در هر صفت را فراهم می‌سازد. بر اساس نتایج سایر محققان در باقلا مهم‌ترین صفت افزایش عملکرد و هدف بسیاری از برنامه‌های اصلاحی است، از سوی دیگر عملکرد دانه صفتی کمی با وراثت‌پذیری پایین و تحت تأثیر عوامل زراعی، آب و هوا و شرایط محیطی است، بنابراین بایستی از صفات مرفولوژیک و ارتباط آن با عملکرد دانه به علت اندازه‌گیری راحت و وراثت‌پذیری بیشتر جهت بهبود عملکرد استفاده کرد، از روش GT بای‌پلات می‌توان برای شناسایی صفات موثر در افزایش عملکرد و انتخاب غیر مستقیم برای افزایش عملکرد استفاده کرد. در این بررسی همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه با وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته وجود داشت، انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس این صفات منجر به افزایش عملکرد خواهدشد. تنوع ژنتیکی زیادی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشاهده شد، با توجه به طول فصل رشد کوتاه‌تر و تنش خشکی و گرمای آخر فصل در دزفول، زودرسی و صفات موثر در افزایش عملکرد در انتخاب ژنوتیپ برتر مدنظر قرار گرفتند. مواد ژنتیکی این مطالعه از تنوع بالایی در صفات مرفولوژیک، عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های کمی مقاومت به بیماری برخوردار بودند، ژنوتیپ‌های G47، G51، G52، G55، G56 و G58 از لحاظ عملکرد دانه، وزن صد دانه و مقاومت به بیماری مطلوب هستند، این ژنوتیپ‌ها برای کشت در مناطق شمالی کشور مناسب هستند و می‌توانند کاهش عملکرد ناشی از بروز بیماری‌های لکه برگی باقلا را جبران کنند. ژنوتیپ‌های G47، G51 و G56 در شرایط دزفول از عملکرد و وزن صد دانه بالاتری برخوردار بودند و برای کشت در شرایط تنش گرما و خشکی آخر فصل توصیه می‌شوند. ژنوتیپ G48 با تفاوت معنی‌داری از سایر ژنوتیپ‌ها بالاترین عملکرد دانه را در گرگان داشت و با توجه به حساسیت بالای این لاین نسبت به بیماری‌های لکه برگی باقلا در شرایط کنترل بیماری می‌توان کشت آن را توصیه کرد. رقم Ascot و ژنوتیپ‌های G4 و G23 به‌عنوان ژنوتیپ‌های مقاوم به بیماری شناسایی شدند. پیشنهاد می‌گردد، ارقام برتر و دارای صفات مطلوب این مطالعه در برنامه‌های به‌نژادی استفاده شوند و با ترکیب و انتخاب صفات مطلوب به اهداف مورد نظر دست یافت.

تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از طرح ملی به شماره ۹۴۲۴۸-۰۳-۵۷-۰ می‌باشد. بدینوسیله از همکاری صمیمانه مراکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان‌های گلستان و خوزستان و موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر سپاس‌گزاری می‌گردد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

منابع

1. Ammar, M.H., S.S. Alghamdi, H.M. Migdadi, H.M. Khan, E.H. El-Harty and S.A. Al-Afifi. 2015. Assessment of genetic diversity among faba bean genotypes using agro-morphological and molecular markers. Saudi Journal of Biological Sciences, 22: 340-350.
2. Balla, K., I. Karsai, K.T. Berki, Z. Horvath, M. Mayer, S. Bencze and O. Veisz. 2019. Heat stress responses in a large set of winter wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) depend on the timing and duration of stress. Plos One, 14(9): e0222639. https://doi.org/ 10.1371/journal.
3. Behairy, M.H., H.M. Sobhy, M.S. Abbas, Kh.A. Abada and M.Y. Mourad. 2014. Alternaria leaf spot disease control on faba bean in Egypt Journal of Plant Protection and Pathology, 5(1): 119-130.
4. Bouhassan, A., M. Sadiki and B. Tivoli. 2004. Evaluation of a collection of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes originating from the Maghreb for resistance to chocolate spot (Botrytis fabae) by assessment in the field and laboratory. Euphytica, 135: 55-62.
5. Chaieb, N., M. Bouslama and M. Mars. 2011. Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) Genotypes. Journal of Natural Product and Plant Resources, 1(2): 81-90.
6. Esho, K. and M, Salih. 2021. Correlation and path coefficient analysis in faba bean (Vicia faba L.). Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 22: 53-62.
7. Etemadi, F., M. Hashemi, A.V. Barker, O.R. Zandvakili and L. Xiaobing. 2019. Agronomy, Nutritional Value, and Medicinal Application of Faba Bean (*Vicia faba* L.). Horticultural Plant Journal, (5): 170-182.
8. Fikreselassie, M. and S. Habtamu. 2012. Genetic Variability on Seed Yield and Related Traits of Elite Faba Bean (*Vicia faba* L.) Genotypes. Pakistan Journal of Biological Sciences, 15(8): 380-385.
9. Gholizadeh, A., H. Dehghani., A. Amini and O.A. Akbarpour. 2018. Study on trait relations of wheat genotypes using the Biplot method. Iranian Journal of Field Crop Science, (49): 121-136 (In Persian).
10. Hirpa, L., D. Nigussie, G. Setegn, B. Geremew and M. Firew. 2013. Multivariate analysis as a tool for indirect selection of common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris* L) for soil acidity tolerance under field conditions. Science Technology and Arts Research Journal, 2: 07-15.
11. Hosseini, S.Z. 2016. Evaluation of drought tolerance in canola (*Brassica napus* L.) genotypes, using biplot analysis. Journal of Crop Breeding, (8): 192-202 (In Persian).
12. Koc, S., A. Orak, H.S. Tenikecier and N. Saglam. 2018. Relationship between seed yield and yield chracteristics in faba bean (*Vicia faba* L.) by GGE-biplot analysis. Journal of Life Sciences, 12: 105-110.
13. Kocaturk, M., P. Cubukcu, A. T. Goksoy, M. Sincik, E. Ilker, A. Kadiroglu, Y. Vurarak, Y. Sahin, M. Karakus and U.A. Yildirim. 2019. GGE Biplot Analysis of Genotype × Envıronment Interactıon In Soybean Grown as a Second Crop. Turkish Journal of Field Crops, 24(2): 145-154.
14. Kumar, P., R.R. Das, S.K. Bishnoi and Sh. Vinay. 2017. Inter-correlation and path analysis in faba bean (*Vicia faba* L.). Electronic Journal of Plant Breeding, (8): 395-397.
15. Lopez-Bellido, R.J. and L.L. Lopez-Bellido. 2001. Efficiency of nitrogen in wheat under Mediterranean conditions: effect of tillage, crop rotation and N fertilization. Field Crops Research, 71: 31-46.
16. Milus, E.A. and R.F. Line. 1986. Gene action for inheritance of durable, high-temperature, adult-plant resistance to stripe rust in wheat. Phytopathology, 76(4): 435-411.
17. Motamedi, M. and P. Safari. 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 Persian).
18. Musallam, I., A. Ghazi, E. Khalil, A. Tawaha and A. Rahman. 2004. Yield and yield components of faba bean genotypes under rainfed and irrigation conditions. Asian Journal of Plant Sciences, 3: 439-448.
19. Oliveira, T.R., G.A. Gravina, G.H. Ferreira de Oliveira, K. Cordeiro Araújo, L. Cordeiro de Araujo, R. Figueiredo Daher and M. Vivas. 2018. The GT biplot analysis of green bean traits. Ciencia Rural, Santa Maria, 48(6): 121-140. http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170757.
20. Roman. B., Z. Satovic, C.M. Avila, D. Rubiales, M.T. Moreno and A.M. Torres. 2003. Locating genes associated with Ascochyta fabae resistance in Vicia faba L. Australian Journal of Agricultural Research, 54: 85-90.
21. Rossi, V. 1999. Effect of host resistance and fungicide sprays against Cercospora leaf spot in different sugar beet-growing areas of the Mediterranean basin. Phytopathologia Mediterranea, 38: 465-470.
22. Rubio, J., J. Cubero, L. Martin, M. Suso and F. Flores. 2004. Biplot analysis of trait relations of white lupin in Spain. Euphytica, 135: 217-224.
23. Sabaghnia, N. and M. Janmohammadi. 2016. Biplot analysis of silicon dioxide on early growth of sunflower. Plant Breeding and Science, 73: 87-98.
24. Sabaghnia, N., H. Dehghani and S.H. Sabaghpour. 2008. Graphic analysis of genotype by environment interaction for lentil yield in Iran. Agronomy Journal, 100: 760-764 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

25. Sahar, E.A., R.Z. El-Shennawy and A.I. Ismail. 2011. Fungicidal management of chocolate spot of faba bean and assessment of yield losses due to the disease. Annals of Agricultural Sciences, 56(1): 27-35.
26. Sharifi; P., H. Astaraki, F. Sheikh and A. Izadi-Darbandi. 2020. Study the relationships between yield and yield component of faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes by multivariate analyses. Iranian Journal of Pulses Research, 11(1): 74-87 (In Persian).
27. Sheikh, F. and H. Dehghani. 2014. Investigation of resistance to chocolate spot (Botrytis fabae sard) in faba bean (*Vicia faba* L.) in Gorgan region. Iranian Journal of Pulses Research, (5): 139-150 (In Persian).
28. Sheikh, F. and M.T. Feyzbakhsh. 2019. Faba bean: cultivation, crop husbandry and harvest. Nashr-e-Amoozesh-e-Keshavarzi. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iran, 94 pp (In Persian).
29. Sheikh, F., H. Dehghani and M.A. Aghajani. 2015. Screening faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes for resistance to Stemphylium blight in Iran. European Journal of Plant Pathology, 143(4): 677-689.
30. Sheikh, F., R. Sekhavat, H. Asteraki and A. Parkasi. 2021. Assessment of Genotype × Environment Interaction and Seed Yield Stability of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Promising lines Using AMMI Analysis. Seed and Plant Journal, (37): 1-22 (In Persian).
31. Shojaei, S.H., Kh. Mostafavi, M. Khosroshahli and M.R. Bihamta. 2020. Assessment of genotype-trait interaction in maize (*Zea mays* L.) hybrids using GGT biplot analysis. Food Science and Nutrition, 8: 5340-5351.
32. Tadesse, T., M. Fikere, T. Legesse and A. Parven. 2011. Correlation and path coefficient analysis of yield and its component in faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. International Journal of Biodiversity and Conservation, 3(8): 376-382.
33. Tivoli, B., A. Baranger, C.M. Avila, S. Banniza, M. Arbetti, W. Chen, J. Davidson, K. Lindeck, M. Kharrat, D. Rubiales, M. Sadiki, J.C. Sillero, M. Sweetingham and F.J. Muehlbauer. 2006. Screening techniques and sources of resistance to foliar diseases caused by major necrotrophic fungi in grain legumes. Euphytica, 147(1): 223-253.
34. Tiwari, J.K. and A.K. Singh. 2019. Principal component analysis for yield and yield traits in faba bean (Vicia faba L.). Journal of Food Legumes, 32(1): 13-15.
35. Villegas-Fernández, A.M., J.C. Sillero, A.A. Emeran, J. Winkler, B. Raffiot, J. Tay, F. Flores and D. Rubiales. 2009. Identification and multi-environment validation of resistance to Botrytis fabae in Vicia faba. Field Crops Research, 114(1), 84-90.
36. Ward, J.H. and M.E. Hook. 1963. Application of a hierarchical grouping procedure to a problem of grouping profiles. Educational and Psychological Measurement, 23(1): 69-81.
37. Xia, J. and D.S. Wishart. 2016. Using metaboanalyst 3.0 for comprehensive metabolomics data analysis. Current Protocols in Bioinformatics, 34: 10-14.
38. Yan, W. and I. Rajcan. 2002. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario.Crop agronomists. CRC Press. Boca Raton, FL.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

Evaluation of Resistance to Leaf Spot Diseases and Yield Characteristics in Faba Bean Genotypes through Cluster Analysis and Genotype by Trait Biplot

Fatemeh Sheikh[1], Reza Sekhavat[2] and Mohammad Ali Aghajani[3]

1- Assistant professor of Crop and Horticultural Science Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran, (Corresponding author: sheikhfatemeh@yahoo.com)
2- Research coach, Seed and Plant Improvement Research Department, Safiabad Agricultural and Natural ResourcesResearch and EducationCenter, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Dezful, Iran
3- Associate professor, Department of Plant Protection, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
Received: 1 September, 2021 Accepted: 11 July, 2022

Extended Abstract

Introduction and Objective: Faba bean (Vicia faba L.) is one of the most important multi-purpose legumes with a wide range of adaptation, high nutritional value, medicinal effect and biological nitrogen fixation. In recent years, the area under Faba bean cultivation has declined due to the spread of diseases and other tensions, increasing production will be possible by introducing cultivars resistant to biological and abiotic stresses.

Material and Methods: To access the field resistance of 64 Faba bean genotype to fungal diseases and select suitable genotypes, genotypes were evaluated for disease severity in the field, based on simple lattice design (8 × 8) with two replications in both Gorgan and Dezful research stations in the 2015-2016 cropping season. To calculate the area under the disease progress curve (AUDPC), sampling was done in five steps from the occurrence of leaf spot diseases. Combined analysis of variance and correlation analysis was performed for 10 physiological, morphological, phenological traits and diseases severity. also conducted two graphical multipurpose selection procedures GT biplot in combination with cluster analysis for simultaneous improvement of quantitative traits and disease resistance in two environment. Clustering of genotypes and traits traits separately in each experiment using Ward method and Square Euclidean Distance were performed and the corresponding heatmap was plotted using metaboanalyst 3.0 software.

Results: Based on combined analysis of variance, highly significant differences ($P \leq 0.01$) were observed among the faba bean genotypes for agronomic traits and diseases resistance. Number of grains in pod and 100sw indicated positive and significant correlation with yield among of traits. Based on Heatmap graphical mapping assigned the faba bean genotypes into three and four groups in Gorgan and Dezful, respectively. The different groups obtained can be useful for deriving the genotypes with diverse features and diversifying the heterotic pools. The biplot vector view indicates that there was a strong positive association between Number of seed per Pod, 100sw and Plant Height with seed yield in two conditions. Correlation analysis confirmed these results. It seems that Number of seed per Pod, 100sw and Plant Height traits can be used as selection criterion for improving of seed yield in faba bean. Results of the GT biplot in the present study indicated that G52, G56 and G48 genotypes were identified as superior genotypes in Gorgan, and G47, G51 and G56 were identified as superior genotypes in Dezful.

Conclusion: Several genotypes were selected for potential use as parents, The G48 genotype were recognized as superior genotypes regarding yield and traits related to yield and Ascot cultivar can be considered as resistance resource to chocolate spot for faba bean breeding program. G47, G51, G52, G55, G56 and G58 genotypes were chosen for further cultivar release consideration.

Keywords: Correlation, Disease, Genotype by trait biplot, Heatmap

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

جدول پیوست ۱- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های باقلا بر اساس صفات مورد بررسی در گرگان

Appendix Table 1. Comparison of the average genotypes of beans based on the investigated traits in Gorgan

شماره ژنوتیپ	تعداد روز تا رسیدگی کامل	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد شاخه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	sAUDPC Ch	sAUDPC S	sAUDPC Al
۱	۱۸۵/۵۰	۳/۳۰	۳۶۵۳/۸۵	۱۰۰/۶۰	۳/۸۸	۲۶/۲۵	۱۵۸/۷۵	۲۲/۵۴	۲۳/۶۵	۲۶/۷۵
۲	۱۸۶/۰	۴/۰۰	۳۷۱۱/۵۴	۹۹/۰۵	۳/۹۰	۲۳/۷۲	۱۵۳/۰۰	۲۴/۹۲	۲۲/۵۴	۳۰/۵۶
۳	۱۸۵/۵	۳/۴۵	۲۶۹۲/۳۱	۱۱۵/۵۰	۳/۷۵	۱۷/۲۵	۱۴۷/۲۵	۴۳/۰۲	۴۳/۱۰	۴۰/۲۴
۴	۱۸۶/۰	۳/۱۰	۲۵۰۹/۶۲	۱۲۱/۵۰	۳/۸۸	۱۷/۰۰	۱۵۵/۲۵	۳۸/۷۸	۴۰/۴۰	۳۶/۲۷
۵	۱۸۴/۰۰	۳/۳۵	۳۱۹۲/۳۱	۱۲۱/۵۰	۳/۷۵	۱۹/۳۰	۱۵۵/۶۳	۲۸/۱۷	۳۴/۳۷	۳۴/۹۲
۶	۱۸۵/۵۰	۳/۱۵	۳۷۶۹/۲۳	۱۱۹/۵۰	۲/۷۵	۱۹/۶۰	۱۴۸/۷۵	۲۹/۱۳	۲۷/۶۲	۳۳/۱۷
۷	۱۸۶/۰۰	۳/۳۰	۳۶۵۳/۸۵	۱۳۵/۰۰	۴/۴۰	۲۵/۶۳	۱۴۹/۲۵	۳۷/۴۶	۳۵/۶۳	۳۴/۱۳
۸	۱۸۵/۵۰	۳/۹۵	۴۲۷۸/۸۵	۱۳۷/۵۰	۳/۱۰	۱۸/۶۳	۱۴۲/۸۸	۳۶/۰۳	۴۴/۲۱	۴۳/۸۱
۹	۱۸۵/۵۰	۳/۳۰	۳۶۳۴/۶۲	۱۳۰/۶۰	۴/۰۰	۲۱/۶۳	۱۵۶/۸۸	۳۶/۰۰	۳۰/۸۷	۳۲/۷۰
۱۰	۱۸۵/۵۰	۳/۱۵	۳۳۳۰/۷۷	۹۳/۵۵	۴/۰۰	۲۷/۵۰	۱۵۶/۸۸	۳۵/۲۹	۳۴/۸۴	۳۶/۴۹
۱۱	۱۸۵/۰۰	۳/۳۵	۳۷۵۹/۶۲	۱۰۹/۳۰	۲/۸۸	۲۴/۳۸	۱۴۸/۱۳	۳۶/۴۳	۲۲/۴۶	۳۱/۴۳
۱۲	۱۸۶/۰۰	۳/۴۵	۳۳۸۴/۶۲	۱۰۶/۹۵	۳/۶۳	۲۳/۵۰	۱۴۹/۸۸	۳۲/۰۶	۳۸/۱۷	۳۴/۲۱
۱۳	۱۸۶/۰۰	۳/۳۵	۳۴۴۲/۳۱	۱۲۶/۹۰	۳/۷۵	۱۹/۶۳	۱۵۰/۰۰	۲۷/۳۸	۳۵/۲۴	۳۳/۷۳
۱۴	۱۸۶/۰۰	۳/۱۵	۴۰۸۶/۵۴	۱۱۰/۷۵	۵/۰۰	۲۹/۵۰	۱۵۴/۵۰	۲۸/۱۷	۲۸/۷۳	۴۲/۰۶
۱۵	۱۸۶/۰۰	۳/۷۵	۳۱۵۳/۸۵	۹۷/۵۰	۵/۶۳	۲۳/۰۰	۱۴۳/۶۳	۳۸/۳۲	۲۹/۲۹	۲۵/۴۸
۱۶	۱۸۶/۰۰	۳/۴۰	۳۲۱۱/۵۴	۹۷/۹۰	۳/۷۵	۲۴/۰۰	۱۵۴/۶۳	۳۱/۴۳	۲۹/۸۰	۳۳/۵۷
۱۷	۱۸۶/۰۰	۳/۶۰	۲۹۸۰/۷۷	۱۰۳/۰۰	۳/۳۸	۲۷/۵۰	۱۵۲/۸۸	۳۱/۴۳	۲۶/۰۴	۲۶/۹۸
۱۸	۱۸۶/۰۰	۳/۳۰	۳۹۰۳/۸۵	۸۵/۴۰	۴/۰۰	۳۰/۵۰	۱۴۴/۱۳	۳۹/۶۸	۳۴/۵۹	۳۱/۴۳
۱۹	۱۸۶/۰۰	۳/۴۵	۲۹۷۱/۱۵	۸۶/۵۰	۴/۷۵	۲۵/۰۰	۱۴۴/۰۰	۳۲/۸۴	۳۶/۰۳	۳۱/۴۳
۲۰	۱۸۶/۰۰	۲/۶۰	۲۱۲۵/۰۰	۹۴/۲۰	۵/۶۳	۲۱/۰۰	۱۲۷/۵۰	۳۴/۰۳	۳۶/۵۹	۳۷/۱۴
۲۱	۱۸۶/۰۰	۳/۱۵	۳۲۶۹/۲۳	۸۴/۶۵	۴/۰۰	۳۰/۵۰	۱۴۶/۲۵	۲۷/۸۹	۲۲/۵۴	۳۲/۰۶
۲۲	۱۸۶	۲/۹	۲۸۷۵	۹۳/۶	۴/۲۵	۲۴/۶۵	۱۵۲/۱۳	۴۲/۶۲	۳۸/۱۴	۳۲/۱۴
۲۳	۱۸۶	۳/۴	۲۶۷۳/۰۸	۷۷/۳۰	۴/۰۰	۲۵/۳۸	۱۳۷/۸۸	۳۴/۹۲	۲۷/۷۰	۳۵/۶۳
۲۴	۱۸۵/۵	۳/۸۵	۳۱۵۳/۸۵	۸۰/۹۵	۳/۰۰	۲۵/۵۰	۱۳۱/۲۵	۳۱/۴۳	۳۷/۲۲	۳۶/۵۱
۲۵	۱۸۴/۵	۳/۵	۲۸۵۵/۷۷	۱۱۱/۱۰	۴/۸۸	۱۸/۵۰	۱۳۶/۸۸	۳۷/۲۲	۴۲/۶۲	۴۵/۴۰
۲۶	۱۸۵/۵	۳/۳۵	۲۴۴۲/۳۱	۱۲۲/۱۵	۴/۰۸	۱۵/۰۰	۱۳۸/۱۳	۳۴/۳۷	۴۳/۱۷	۳۸/۸۱
۲۷	۱۸۴/۵	۳/۴	۲۹۱۳/۴۶	۱۲۴/۳۰	۴/۷۵	۱۸/۰۰	۱۴۱/۸۸	۴۰/۴۸	۲۹/۹۲	۳۰/۵۶
۲۸	۱۸۶/۵	۴/۵	۲۱۶۳/۴۶	۹۶/۲۸	۳/۸۸	۱۳/۵۰	۱۳۱/۸۸	۳۸/۱۷	۲۵/۵۶	۳۴/۳۷
۲۹	۱۸۵/۵	۳/۶	۲۸۱۷/۳۱	۱۰۰/۱۰	۴/۲۵	۲۰/۲۸	۱۳۹/۶۳	۳۱/۴۳	۳۱/۵۹	۳۳/۱۷
۳۰	۱۸۵/۵	۳/۴	۲۸۷۵/۰۰	۱۰۳/۷۵	۵/۰۰	۲۰/۴۸	۱۴۱/۲۵	۴۲/۷۰	۲۹/۲۹	۳۷/۰۰
۳۱	۱۸۴/۵	۳/۳	۲۵۶۷/۳۱	۸۵/۴۰	۳/۳۸	۲۱/۷۵	۱۳۸/۱۳	۴۸/۱۷	۴۵/۳۲	۴۶/۱۱
۳۲	۱۸۴/۵	۳/۴۵	۲۵۵۷/۶۹	۷۵/۳۰	۳/۲۷	۲۳/۸۵	۱۳۸/۳۸	۳۰/۳۲	۳۶/۴۳	۳۷/۵۴
۳۳	۱۸۵/۵	۳/۱	۲۸۴۶/۱۵	۸۲/۱۰	۴/۴۰	۲۸/۰۰	۱۳۷/۲۵	۴۲/۶۲	۲۳/۱۷	۳۲/۰۶
۳۴	۱۸۵/۵	۳/۳۵	۲۸۸۴/۶۲	۱۲۳/۵۵	۴/۸۸	۱۷/۷۵	۱۴۳/۱۳	۲۸/۵۷	۲۴/۷۶	۲۹/۲۹
۳۵	۱۸۵	۳/۳۵	۳۰۹۶/۱۵	۹۱/۸۰	۴/۲۵	۲۴/۵۰	۱۴۰/۶۳	۲۹/۸۴	۲۴/۹۲	۳۰/۷۹
۳۶	۱۸۴/۵	۳	۲۴۹۰/۳۸	۸۹/۶۰	۴/۵۰	۲۳/۵۰	۱۴۳/۷۵	۲۹/۱۳	۳۰/۳۲	۳۰/۹۵
۳۷	۱۸۵/۵	۳/۴۵	۳۵۰۰/۰۰	۱۰۱/۰۵	۴/۰۰	۲۵/۰۰	۱۵۱/۸۸	۳۳/۱۷	۲۸/۸۱	۳۴/۲۹
۳۸	۱۸۵/۵	۳/۶	۲۷۷۸/۸۵	۸۱/۲۰	۵/۲۵	۲۴/۵۰	۱۳۹/۳۸	۳۳/۱۷	۳۳/۲۵	۳۵/۵۶
۳۹	۱۸۵/۵	۳/۲۵	۲۵۷۶/۹۲	۱۰۱/۶۰	۲/۸۰	۱۹/۵۰	۱۴۵/۲۵	۳۳/۱۷	۲۷/۶۲	۳۳/۷۳
۴۰	۱۸۴/۵	۲/۹۵	۲۰۵۷/۶۹	۱۰۲/۰۰	۴/۱۳	۱۷/۵۰	۱۳۳/۱۳	۳۴/۳۷	۴۲/۴۹	۴۵/۱۶
۴۱	۱۸۵/۵	۳/۲	۲۲۸۸/۴۶	۱۰۵/۷۵	۳/۷۵	۱۷/۲۵	۱۴۶/۲۵	۳۸/۱۰	۳۳/۱۷	۳۱/۴۳
۴۲	۱۸۵/۵	۳/۴۵	۲۶۸۲/۶۹	۸۸/۶۵	۳/۵۰	۲۲/۷۸	۱۵۵/۶۳	۴۳/۲۵	۳۶/۱۱	۳۲/۶۲
۴۳	۱۸۵/۵	۳/۲	۲۰۲۸/۸۵	۹۸/۱۰	۴/۰۰	۱۶/۵۰	۱۴۸/۸۸	۵۰/۵۵	۴۳/۲۵	۳۵/۸۷
۴۴	۱۸۵/۵	۳/۵	۲۷۷۸/۸۵	۹۰/۳۰	۴/۰۰	۲۳/۰۵	۱۵۹/۳۸	۳۲/۰۶	۳۱/۹۸	۲۷/۵۴
۴۵	۱۸۴/۵	۳/۱	۲۹۶۱/۵۴	۹۴/۷۰	۳/۸۸	۲۵/۷۵	۱۵۰/۰۰	۴۰/۹۵	۳۰/۰۰	۳۵/۴۰
۴۶	۱۸۵	۳/۴۵	۲۸۹۴/۲۳	۸۵/۶۰	۴/۸۸	۲۴/۷۸	۱۵۰/۰۰	۳۳/۷۳	۲۸/۱۷	۳۴/۲۹
۴۷	۱۸۳/۵	۴	۳۷۵۰/۰۰	۱۴۵/۸۰	۴/۰۰	۱۵/۷۵	۱۵۰/۶۳	۲۶/۹۸	۳۸/۸۱	۴۷/۰۶
۴۸	۱۸۴/۵	۴/۵	۵۰۵۷/۶۹	۱۶۰/۰۵	۳/۸۸	۱۷/۷۵	۱۳۷/۵۰	۵۱/۰۳	۴۶/۳۵	۵۳/۱۰
۴۹	۱۸۴/۵	۴/۰۵	۳۲۷۸/۸۵	۱۴۵/۷۵	۳/۰۰	۱۴/۵۵	۱۵۴/۳۸	۲۹/۹۲	۴۰/۴۰	۳۵/۲۴
۵۰	۱۸۴/۵	۳/۹۵	۳۲۱۱/۵۴	۱۴۵/۵۰	۴/۸۸	۱۳/۸۰	۱۵۲/۷۵	۲۹/۹۲	۳۹/۷۶	۳۵/۸۷
۵۱	۱۸۴/۵	۵/۲	۳۵۳۸/۴۶	۱۴۷/۴۰	۳/۸۸	۱۱/۸۸	۱۵۳/۷۵	۲۶/۹۸	۳۴/۲۹	۳۸/۱۷
۵۲	۱۸۶/۵	۴/۶۵	۴۶۶۳/۴۶	۱۴۹/۵۰	۳/۳۸	۱۶/۶۶۵	۱۴۸/۵۰	۳۱/۴۳	۳۱/۹۸	۳۵/۸۷
۵۳	۱۸۴/۵	۴/۴	۴۱۲۵/۰۰	۱۵۳/۰۰	۴/۳۸	۱۶/۵۰	۱۴۹/۱۳	۳۴/۲۹	۴۴/۸۴	۳۱/۴۳
۵۴	۱۸۴/۵	۳/۶۵	۳۲۸۸/۴۶	۱۵۰/۱۰	۳/۶۳	۱۵/۰۰	۱۵۶/۸۸	۳۵/۸۷	۲۳/۱۰	۳۰/۸۷
۵۵	۱۸۶	۳/۶	۴۱۳۴/۶۲	۱۵۳/۰۵	۳/۸۸	۱۸/۶۵	۱۵۵/۰۰	۲۹/۹۲	۳۲/۰۶	۳۲/۶۲
۵۶	۱۸۴/۵	۳/۸۵	۴۶۵۳/۸۵	۱۶۵/۰۵	۳/۵۰	۱۸/۵۰	۱۴۸/۵۰	۲۳/۱۷	۳۵/۶۳	۳۵/۴۸
۵۷	۱۸۳/۵	۴	۲۹۳۲/۶۹	۱۴۹/۷۵	۳/۳۸	۱۲/۲۰	۱۴۳/۰۰	۲۸/۱۷	۴۰/۳۲	۳۵/۸۷
۵۸	۱۸۶	۴/۵	۳۷۵۰/۰۰	۱۷۱/۷۰	۲/۸۸	۱۲/۲۵	۱۴۹/۳۸	۲۶/۹۸	۴۰/۲۴	۳۱/۹۸
۵۹	۱۸۵	۴/۵۵	۳۰۳۸/۴۶	۱۴۹/۱۵	۳/۷۵	۱۱/۰۵	۱۵۸/۱۳	۲۸/۱۷	۳۵/۸۷	۳۷/۴۵
۶۰	۱۸۶	۳/۲۵	۳۱۶۳/۴۶	۷۲/۰۰	۳/۵۰	۳۲/۱۳	۱۴۶/۲۵	۲۷/۶۲	۳۱/۵۹	۳۵/۰۰
۶۱	۱۷۹/۵	۳/۷۵	۲۲۷۸/۸۵	۱۴۴/۷۵	۳/۱۳	۱۲/۹۳	۱۴۲/۷۵	۳۸/۷۳	۳۱/۵۹	۳۴/۲۹
۶۲	۱۸۵/۵	۵/۲۵	۴۱۷۳/۰۸	۱۶۷/۰۰	۳/۵۰	۱۱/۵۰	۱۴۱/۵۰	۳۱/۴۳	۴۰/۴۸	۳۶/۵۱
۶۳	۱۸۵	۲/۳۵	۲۴۶۱/۵۴	۱۰۱/۱۵	۳/۶۳	۲۵/۰۰	۱۵۶/۲۵	۲۷/۵۴	۲۳/۱۰	۴۷/۷۸
۶۴	۱۸۳/۵	۳/۲۵	۲۲۰۱/۹۲	۸۷/۹۵	۳/۱۳	۱۹/۳۰	۱۵۲/۵۰	۲۳/۱۰	۳۶/۲۷	۳۶/۵۱
mean	۱۸۵/۲۰	۳/۵۶	۳۱۵۶/۴۵	۱۱۳/۱۶	۳/۹۶	۲۰/۷۴	۱۴۷/۰۱	۳۳/۷۵	۳۳/۵	۳۵/۲۰
Lsd5%	۲/۱۳	۰/۲۳	۲۸۷/۸۷	۶/۸۶	۱/۱۸	۲/۴۳	۱۷/۲۱	۹/۳۰	۸/۶۵	۸/۲۹

sAUDPCCh: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه‌شکلاتی؛ sAUDPC S : سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری سوختگی استمفیلیومی؛ sAUDPC Al: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه برگی آلترناریایی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]

جدول پیوست ۲- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های باقلا بر اساس صفات مورد بررسی در دزفول

Appendix Table 2. Comparison of average bean genotypes based on the investigated traits in Dezful

شماره ژنوتیپ	تعداد روز تا رسیدگی کامل	تعداد دانه در غلاف	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد شاخه در بوته	تعداد غلاف در بوته	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	sAUDPC Ch	sAUDPC S	sAUDPC Al
۱	۱۴۹/۵۰	۲/۴۵	۱۴۴۲/۳۱	۹۶/۱۵	۵/۸۰	۱۳/۳۵	۵۷/۶۵	۷/۲۲	۸/۰۶	۴/۹۱
۲	۱۴۷/۰۰	۲/۱۵	۱۲۷۸/۸۵	۹۳/۰۰	۴/۶۵	۱۴/۵۵	۵۹/۳۰	۷/۴۱	۷/۷۸	۴/۵۴
۳	۱۵۰/۰۰	۲/۷۵	۷۲۱/۱۵	۸۲/۵۰	۶/۱۵	۶/۵۵	۵۸/۸۰	۵/۵۶	۷/۱۳	۳/۴۳
۴	۱۵۲/۵۰	۱/۷۵	۷۲۱/۱۵	۸۹/۵۰	۶/۶۵	۱۲/۵۰	۵۶/۱۵	۳/۸۹	۶/۶۷	۳/۳۳
۵	۱۴۸/۵۰	۱/۴۰	۱۱۷۳/۰۸	۹۹/۰۳	۶/۶۵	۱۸/۳۰	۷۳/۴۵	۴/۰۷	۶/۹۴	۳/۴۳
۶	۱۴۷/۰۰	۲/۵۵	۶۶۳/۴۶	۹۲/۸۷	۵/۶۵	۱۰/۰۰	۵۳/۳۰	۳/۳۳	۴/۹۱	۲/۰۴
۷	۱۴۶/۵۰	۲/۹۵	۹۳۲/۶۹	۱۰۰/۰۰	۵/۳۰	۱۲/۶۰	۶۰/۴۵	۳/۹۸	۵/۵۶	۲/۲۲
۸	۱۴۸/۵۰	۳/۰۵	۱۰۵۷/۶۹	۱۱۶/۵۰	۶/۳۰	۷/۵۰	۶۳/۸۰	۲/۴۱	۳/۹۸	۱/۹۴
۹	۱۵۰/۵۰	۲/۳۵	۷۵۹/۶۲	۱۰۳/۰۰	۷/۳۰	۹/۵۰	۵۱/۴۵	۴/۰۷	۴/۴۴	۲/۶۹
۱۰	۱۵۱/۵۰	۲/۸۵	۵۳۸/۴۶	۷۷/۶۱	۷/۶۰	۹/۰۰	۵۸/۱۵	۵/۰۰	۵/۰۹	۲/۷۸
۱۱	۱۴۴/۵۰	۲/۲۵	۸۴۶/۱۵	۹۳/۵۰	۶/۴۵	۱۰/۵۰	۵۶/۸۰	۳/۷۰	۴/۰۷	۲/۴۱
۱۲	۱۴۳/۰۰	۲/۳۰	۱۱۹۲/۳۱	۸۲/۱۰	۴/۶۵	۱۸/۰۰	۶۲/۸۰	۶/۰۲	۵/۸۳	۵/۰۰
۱۳	۱۴۲/۵۰	۲/۸۰	۱۰۶۷/۳۱	۱۰۶/۰۰	۶/۰۰	۸/۹۰	۷۰/۸۰	۵/۰۹	۴/۳۵	۳/۷۰
۱۴	۱۴۱/۵۰	۱/۸۰	۹۲۳/۰۸	۹۹/۵۰	۵/۶۵	۱۳/۵۰	۵۶/۳۰	۳/۹۸	۳/۹۸	۳/۶۱
۱۵	۱۴۲/۰۰	۳/۰۵	۱۱۴۴/۲۳	۸۲/۰۰	۷/۵۰	۱۱/۵۰	۶۸/۶۵	۴/۴۴	۶/۱۱	۳/۳۳
۱۶	۱۴۲/۰۰	۲/۴۵	۵۴۸/۰۸	۸۰/۰۰	۴/۴۰	۱۱/۲۰	۵۸/۸۰	۳/۵۲	۵/۰۰	۲/۵۰
۱۷	۱۴۲/۰۰	۲/۳۵	۹۲۳/۰۸	۹۵/۵۰	۵/۶۵	۱۰/۵۰	۴۹/۳۲	۴/۴۴	۶/۲۰	۳/۱۵
۱۸	۱۴۲/۰۰	۲/۷۰	۱۴۰۳/۸۵	۸۵/۴۸	۴/۷۰	۱۵/۰۰	۴۵/۸۰	۳/۰۶	۵/۸۳	۳/۳۳
۱۹	۱۴۴/۰۰	۲/۶۵	۹۵۱/۹۲	۸۷/۹۱	۶/۴۵	۱۱/۵۰	۵۷/۱۰	۳/۵۲	۵/۹۳	۳/۰۶
۲۰	۱۴۳/۵۰	۲/۸۰	۱۰۰۹/۶۲	۹۵/۵۰	۵/۹۰	۱۶/۵۰	۵۵/۵۰	۴/۷۲	۵/۹۳	۳/۱۵
۲۱	۱۴۲/۵۰	۲/۶۵	۹۳۲/۶۹	۷۷/۹۵	۶/۲۰	۱۳/۶۰	۵۱/۸۰	۵/۶۵	۶/۷۶	۳/۹۸
۲۲	۱۴۳/۰۰	۲/۸۰	۶۹۲/۳۱	۷۱/۴۷	۴/۸۰	۱۱/۱۰	۵۶/۱۰	۴/۸۱	۷/۲۲	۴/۰۷
۲۳	۱۴۴/۵۰	۲/۷۵	۷۵۰/۰۰	۷۰/۵۰	۵/۷۵	۱۰/۶۵	۵۹/۹۵	۴/۰۷	۶/۰۲	۳/۱۵
۲۴	۱۳۹/۰۰	۳/۰۵	۷۴۰/۳۸	۷۱/۵۰	۴/۳۰	۱۰/۵۰	۵۶/۰۰	۴/۰۷	۵/۲۸	۳/۴۳
۲۵	۱۴۵/۰۰	۲/۵۵	۶۶۳/۴۶	۱۰۲/۹۵	۵/۲۰	۸/۰۵	۴۲/۶۰	۳/۸۰	۶/۵۷	۲/۹۶
۲۶	۱۴۵/۵۰	۳/۰۰	۷۳۰/۷۷	۹۸/۶۴	۵/۸۰	۷/۵۰	۵۰/۱۵	۴/۰۷	۵/۴۶	۳/۱۵
۲۷	۱۴۸/۰۰	۲/۶۵	۷۸۸/۴۶	۱۰۱/۶۵	۶/۳۰	۷/۵۰	۵۴/۶۵	۲/۳۱	۴/۳۵	۲/۱۳
۲۸	۱۴۷/۵۰	۳/۰۰	۸۴۶/۱۵	۸۴/۵۷	۶/۳۵	۱۱/۰۰	۵۷/۸۰	۵/۰۹	۶/۱۱	۲/۴۱
۲۹	۱۴۸/۰۰	۳/۲۰	۱۳۷۵/۰۰	۹۳/۰۲	۵/۶۰	۱۰/۱۵	۶۵/۸۰	۴/۷۲	۷/۵۰	۲/۷۸
۳۰	۱۴۲/۵۰	۲/۰۵	۷۲۱/۱۵	۹۲/۵۱	۵/۸۰	۱۰/۰۰	۶۹/۱۵	۴/۱۷	۶/۳۹	۲/۹۶
۳۱	۱۴۳/۵۰	۳/۱۰	۹۲۳/۰۸	۸۰/۸۵	۴/۹۵	۹/۹۰	۶۳/۴۵	۳/۸۹	۵/۱۹	۳/۲۴
۳۲	۱۴۱/۰۰	۳/۰۰	۹۴۲/۳۱	۷۴/۶۵	۴/۸۰	۱۰/۵۵	۶۴/۳۰	۴/۴۴	۵/۲۸	۳/۴۳
۳۳	۱۴۵/۵۰	۲/۰۵	۶۸۲/۶۹	۷۵/۰۰	۹/۰۰	۱۱/۰۵	۵۶/۶۵	۳/۸۹	۶/۳۹	۳/۱۵
۳۴	۱۴۷/۰۰	۲/۵۵	۹۵۱/۹۲	۱۰۶/۹۲	۴/۵۰	۸/۵۰	۵۳/۹۵	۳/۶۱	۵/۱۹	۲/۲۲
۳۵	۱۴۶/۰۰	۲/۵۵	۱۱۴۴/۲۳	۸۶/۵۰	۶/۸۰	۱۲/۵۰	۵۴/۸۰	۳/۱۵	۵/۵۶	۳/۴۳
۳۶	۱۴۷/۵۰	۲/۶۰	۱۱۳۴/۶۲	۸۵/۵۰	۴/۶۵	۱۲/۴۵	۵۳/۸۰	۳/۶۱	۵/۷۴	۳/۵۲
۳۷	۱۴۷/۵۰	۲/۸۰	۱۱۰۵/۷۷	۹۰/۴۶	۴/۹۵	۱۲/۲۵	۶۸/۳۰	۳/۱۵	۵/۴۶	۳/۷۰
۳۸	۱۴۷/۵۰	۲/۴۵	۹۵۱/۹۲	۷۹/۵۴	۴/۸۰	۱۲/۵۰	۶۳/۱۵	۲/۶۹	۵/۳۷	۳/۱۵
۳۹	۱۴۳/۰۰	۲/۸۵	۶۴۴/۲۳	۸۵/۵۰	۳/۸۰	۸/۵۰	۶۰/۱۵	۳/۲۴	۷/۲۲	۳/۰۶
۴۰	۱۴۱/۵۰	۲/۲۰	۶۹۲/۳۱	۹۶/۲۵	۴/۱۵	۹/۸۰	۶۶/۴۵	۲/۸۷	۴/۶۳	۲/۷۸
۴۱	۱۴۳/۵۰	۲/۷۵	۷۵۰/۰۰	۹۱/۹۰	۳/۸۰	۸/۵۰	۶۳/۱۵	۳/۱۵	۵/۹۳	۲/۶۹
۴۲	۱۴۵/۰۰	۲/۲۰	۶۸۲/۶۹	۷۸/۵۷	۷/۳۰	۱۰/۸۰	۵۳/۱۵	۲/۶۹	۵/۶۵	۱/۹۴
۴۳	۱۴۵/۵۰	۲/۲۵	۱۰۸۶/۵۴	۸۶/۰۰	۵/۶۰	۱۱/۸۰	۵۶/۸۰	۳/۳۳	۵/۰۹	۲/۸۷
۴۴	۱۴۵/۵۰	۲/۴۰	۹۷۱/۱۵	۷۱/۶۵	۴/۶۵	۱۵/۹۵	۵۳/۴۵	۳/۳۳	۵/۷۴	۲/۰۴
۴۵	۱۴۳/۵۰	۲/۴۰	۹۲۳/۰۸	۸۵/۶۵	۴/۶۵	۱۱/۰۰	۵۱/۶۰	۲/۵۹	۶/۹۴	۲/۵۹
۴۶	۱۴۲/۵۰	۲/۲۵	۱۱۰۵/۷۷	۹۴/۹۳	۴/۵۰	۱۳/۸۰	۶۶/۶۰	۲/۵۰	۶/۳۰	۳/۰۶
۴۷	۱۴۰/۵۰	۳/۲۵	۱۴۰۳/۸۵	۱۱۴/۳۵	۵/۹۵	۹/۵۵	۹۵/۰۰	۳/۱۵	۵/۲۸	۳/۲۴
۴۸	۱۴۱/۵۰	۳/۰۵	۱۰۹۶/۱۵	۱۱۸/۲۰	۴/۱۵	۷/۵۰	۶۳/۸۰	۲/۳۱	۵/۳۷	۲/۴۱
۴۹	۱۴۴/۵۰	۳/۴۰	۱۲۴۰/۳۸	۱۳۰/۰۵	۴/۷۷	۷/۲۵	۶۸/۳۸	۳/۲۴	۳/۳۳	۲/۸۷
۵۰	۱۴۴/۵۰	۲/۷۵	۱۵۶۷/۳۱	۱۱۸/۸۵	۵/۸۳	۱۱/۵۰	۵۸/۶۵	۲/۳۱	۶/۰۲	۲/۱۳
۵۱	۱۴۴/۵۰	۴/۲۵	۱۲۰۱/۹۲	۱۳۵/۴۰	۵/۶۵	۴/۸۰	۷۲/۷۵	۲/۹۶	۵/۶۵	۳/۴۳
۵۲	۱۴۶/۵۰	۲/۹۰	۱۲۹۸/۰۸	۱۰۰/۹۰	۶/۴۰	۱۰/۹۰	۷۰/۳۰	۲/۴۱	۵/۲۸	۱/۸۵
۵۳	۱۴۶/۵۰	۲/۷۰	۹۶۱/۵۴	۱۱۰/۹۴	۵/۵۰	۸/۰۰	۶۶/۳۰	۲/۸۷	۷/۰۴	۱/۸۵
۵۴	۱۴۴/۵۰	۲/۸۵	۵۸۶/۵۴	۱۰۶/۱۱	۵/۰۰	۵/۴۵	۷۴/۶۵	۲/۳۱	۳/۹۸	۱/۷۶
۵۵	۱۴۵/۵۰	۲/۹۵	۱۲۰۱/۹۲	۹۷/۸۴	۵/۸۰	۱۰/۶۰	۸۰/۵۰	۲/۶۹	۳/۹۸	۲/۵۰
۵۶	۱۴۵/۵۰	۳/۵۵	۱۲۶۹/۲۳	۱۲۲/۷۷	۵/۴۵	۷/۵۰	۸۲/۸۰	۳/۰۶	۵/۰۹	۲/۱۳
۵۷	۱۴۲/۰۰	۲/۸۰	۵۲۸/۸۵	۱۱۴/۱۹	۷/۹۵	۴/۹۵	۶۶/۳۰	۲/۷۸	۳/۷۰	۳/۱۵
۵۸	۱۴۵/۵۰	۳/۵۵	۱۱۲۵/۰۰	۸۹/۷۶	۴/۵۰	۷/۵۰	۵۹/۸۰	۴/۵۴	۵/۵۶	۳/۵۲
۵۹	۱۴۳/۰۰	۳/۴۰	۱۰۹۶/۱۵	۹۱/۰۵	۷/۴۵	۷/۰۰	۷۲/۳۰	۲/۹۶	۵/۴۶	۲/۸۷
۶۰	۱۴۰/۵۰	۲/۹۵	۹۶۱/۵۴	۶۶/۳۷	۵/۱۸	۱۲/۵۰	۶۷/۸۰	۲/۳۱	۴/۷۲	۲/۰۴
۶۱	۱۴۲/۰۰	۲/۹۵	۷۴۰/۳۸	۱۲۷/۹۵	۳/۵۰	۵/۸۰	۴۸/۴۵	۴/۰۷	۷/۹۶	۳/۱۵
۶۲	۱۴۳/۵۰	۳/۰۰	۱۰۶۷/۳۱	۱۳۶/۸۰	۵/۹۵	۶/۶۵	۷۳/۸۰	۳/۷۰	۶/۰۲	۲/۴۱
۶۳	۱۴۲/۰۰	۲/۴۵	۸۵۵/۷۷	۶۹/۹۱	۵/۴۹	۱۱/۷۰	۸۳/۱۰	۲/۶۶	۴/۸۱	۲/۳۱
۶۴	۱۴۱/۵۰	۲/۷۵	۱۱۲۵/۰۰	۶۰/۸۰	۵/۵۰	۱۶/۵۵	۷۲/۵۰	۱/۷۶	۳/۹۸	۱/۴۸
mean	۱۴۴/۷۵	۲/۷۱	۹۶۱/۸۴	۹۳/۸۲	۵/۶	۱۰/۵۷	۶۱/۹۶	۳/۷۰	۵/۶۳	۲/۹۳
Lsd5%	۲/۶۷	۰/۳۱	۱۲۶/۶۲	۵/۹۴	۱/۲۶	۲/۲۵	۱۵/۷۳	۱/۹۹	۲/۵۵	۱/۶۱

sAUDPCCh: سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه‌شکلاتی؛ sAUDPC S : سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری سوختگی استمفیلیومی؛ sAUDPC Al سطح زیر منحنی استاندارد شده پیشرفت بیماری لکه برگی آلترناریایی

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-06]

[DOI: 10.52547/jcb.14.44.131]