10.22092/rafhc.2024.363033.1331

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱۳، شماره ۱، سال ۱۴۰۳

رحمت، رقم زودرس سویا برای کشت تابستانه استان گلستان

Rahmat, early-maturing soybean cultivar for summer cultivation in Golestan province

حمیدرضا بابائی[۱]، سامیه رئیسی[۲]، نسرین رزمی[۳]، حسین سبزی[۴]، حمید صادقی[۵]، فرناز شریعتی[۵]، صابر سیف امیری[۶]، شهریار کیا[۲]، کمال پیغام زاده[۲]، نرجس کازرانی[۷] و پروانه قلی‌زاده سرچشمه[۸]

۱- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران.
۲- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران.
۳- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (پارس آباد مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پارس‌آباد مغان، ایران.
۴- کارشناس، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان (خرم‌آباد)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران.
۵ و ۸- به‌ترتیب، استادیار و کارشناس، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۶- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.
۷- کارشناس، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر (برازجان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، برازجان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۳

چکیده

بابائی، ح. ر.، رئیسی، س.، رزمی، ن.، سبزی، ح.، صادقی، ح.، شریعتی، ف.، سیف امیری، ص.، کیا، ش.، پیغام زاده، ک.، کازرانی، ن.، و قلی‌زاده سرچشمه، پ.، ۱۴۰۳. رحمت، رقم زودرس سویا برای کشت تابستانه استان گلستان. **نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۱۳ (۱): ۸۹- ۷۵.**

رقم رحمت (لاین Soy 91-19a) با هدف معرفی یک رقم زودرس سویا برای استان گلستان از نسل‌های در حال تفرق تلاقی بین ارقام Charleston (مادری) و Mustang (پدری) مربوط به سال ۱۳۸۰ به‌دست آمده است. لاین Soy 91-19a در بررسی مقدماتی عملکرد با تولید ۳۴۹۶ کیلوگرم دانه در هکتار به‌عنوان یکی از لاین‌های برتر شناسایی شد. در بررسی سازگاری (۱۳۹۳-۱۳۹۲) با استفاده از روش‌های بای‌پلات و گزینش همزمان عملکرد و پایداری، لاین Soy 91-19a با متوسط عملکرد دانه ۲۷۳۹ کیلوگرم در هکتار و ۱۱۷ روز دوره رشد، در بین لاین‌های مورد بررسی بهترین ژنوتیپ از نظر عملکرد، پایداری و زودرسی بود و نسبت به رقم شاهد ویلیامز، افزایش عملکرد ۳۸۹ کیلوگرم در هکتار را نشان داد. در شرایط زارعین گلستان نیز این لاین با تولید ۳۱۹۸ کیلوگرم دانه در هکتار، نسبت به رقم شاهد ویلیامز ۲۱ درصد افزایش عملکرد نشان داد. این لاین نسبت به بوته‌میری فیتوفترائی مقاوم و نسبت به پوسیدگی ذغالی نیمه‌حساس است. علاوه بر این، لاین Soy 91-19a رشد

نامحدود، چندشاخه، زودرس و متحمل به کم‌آبی بوده و مقاوم به خوابیدگی بوته و ریزش دانه نیز هست. میزان اسید اولئیک روغن حاصل از دانه این لاین پنج درصد بیشتر از ارقام رایج است. با توجه به عملکرد بالا و خصوصیات زراعی مطلوب این لاین به عنوان رقم رحمت برای کشت تابستانه استان گلستان معرفی شد.

واژه‌های کلیدی: زودرسی، پایداری عملکرد، چندشاخه، مقاومت به خوابیدگی بوته و ریزش دانه، مقاومت به بوته‌میری فیتوفترائی

نویسنده مسئول: 30241hrbabaei@gmail.com تلفن: ۰۵۱۳۸۹۳۰۲۴۹

مقدمه

سویا (*Glycine max*) به‌عنوان مهم‌ترین لگوم دانه‌ای در جهان با ۲۲–۱۸ درصد روغن و ۴۰–۳۵ درصد پروتئین دانه، در میان گیاهان روغنی رتبه دوم تولید و سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده و حدود ۳۰ درصد از کل تولید جهانی روغن را تأمین می‌کند (Anonymous, 2022). سویا با دامنه وسیع سازگاری در مناطق مختلف جهان از جمله ایران مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. با این حال، سطح زیر کشت سویا در ایران از ۱۵۰ هزار هکتار در دهه ۸۰ به کمتر از ۳۰ هزار هکتار در سال‌های اخیر کاهش یافته است. از جمله عوامل تأثیرگذار در کاهش سطح کشت سویا می‌توان به عدم توان رقابتی سویا با محصولات پرسود نظیر برنج، حبوبات، بادام‌زمینی و محصولات باغی، بروز خشکسالی‌های متوالی و کاهش منابع آبی و عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا (Faraji, 2023) در استان گلستان اشاره نمود. استان گلستان مهم‌ترین منطقه کشت سویا در کشور محسوب می‌شود و از ابتدای کشت سویا ارقامی از گروه‌های رسیدگی III، IV و V در این منطقه مورد کشت و کار قرار گرفته‌اند. بررسی‌ها و تجارب گذشته نشان می‌دهد که ارقام زودرس (گروه رسیدگی III) نسبت به ارقام دیررس خسارت کمتری از عارضه اختلال در غلاف‌بندی سویا می‌بینند و به دلیل نیاز آبی کمتر، برای کشت تابستانه مناسب‌تر هستند، از طرف دیگر به دلیل برداشت به موقع، فرصت کافی برای کشت‌های پائیزه از جمله کلزا فراهم می‌شود. در سال‌های اخیر چندین رقم سویا از جمله امیر، کتول و سامان برای این منطقه معرفی شده است. این ارقام متعلق به گروه‌های رسیدگی IV و V بوده و نیاز آبی بیشتری دارند و در سال‌های کم‌باران کاهش عملکرد بیشتری را نشان می‌دهند. در گذشته نیز رقم ویلیامز از گروه رسیدگی III در استان گلستان مورد کشت و کار قرار می‌گرفت که نسبت به ارقامی که بعد اصلاح و معرفی شدند، از عملکرد کمتری برخوردار بود. برای احیا و توسعه کشت سویا در این منطقه لازم است که ارقام زودرس (از گروه رسیدگی III) با عملکرد و خصوصیات زراعی مطلوب و تحمل به کم‌آبی معرفی گردند تا با ایجاد تنوع کافی در ارقام موجود، امکان انتخاب رقم مناسب توسط کشاورزان در مناطق مختلف استان فراهم گردد.

در اغلب برنامه‌های اصلاحی سویا در کشور، پس از تلاقی بین والدین یک جمعیت متنوع اصلاحی ایجاد می‌شود که طی نسل‌های در حال تفرق تا رسیدن به خلوص کامل، ژنوتیپ‌های مطلوب از نظر صفاتی نظیر طول دوره رشد مناسب، تعداد زیاد غلاف در بوته، چندشاخه یا تک‌ساقه بودن، کمباین‌گیر مناسب، تحمل به کم‌آبی، فرم مناسب شاخه‌بندی، تحمل به خوابیدگی بوته و ریزش دانه، ارتفاع بوته و تعداد گره در ساقه اصلی، عادت رشدی و تحمل به بیماری‌های مهم سویا از جمله پوسیدگی ذغالی و بوته‌میری فیتوفترائی مورد گزینش قرار می‌گیرند. بررسی‌های ژنتیکی نشان داده است که این صفات زراعی به‌جز عملکرد که صفتی کمی است، اغلب

دارای تعداد محدودی ژن بزرگ‌اثر (۷-۳) هستند که از نسل‌های اولیه برای صفات مطلوب مورد گزینش قرار می‌گیرند (Dasilva *et al*., 2017). اما برای گزینش عملکرد که یک صفت کمی است، پس از رسیدن به خلوص لاین‌ها اقدام به گزینش می‌شود. از طرف دیگر، وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای صفات کمی نظیر عملکرد دانه باعث می‌شود که ژنوتیپ‌ها نتوانند در محیط‌های مختلف عملکرد نسبی مشابهی داشته باشند (Gurmu *et al*., 2009). لذا برای انتخاب بهترین لاین یا ژنوتیپ از نظر عملکرد و پایداری بالا از روش‌های آماری تجزیه پایداری نظیر بای‌پلات و گزینش همزمان عملکرد و پایداری استفاده می‌شود (Kang *et al*., 1993, Yan and Kang, 2003). در برنامه اصلاحی این رقم اهداف اصلاحی زودرسی، تحمل به بیماری بوته‌میری، تحمل به خوابیدگی بوته و ریزش دانه، کمباین‌گیر مناسب و تحمل به شرایط کم‌آبی مدنظر قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در سال ۱۳۸۰، در قالب برنامه دورگ‌گیری بین دو رقم چارلستون (Chaleston) به عنوان پایه مادری و رقم مُستانگ (Mustang) به عنوان پایه پدری تعدادی بذر دورگ به‌دست آمد. چارلستون رقمی از گروه رسیدگی III، رشد محدود، سازگار با مناطق حاصل‌خیز، مقاوم به خوابیدگی و دارای رنگ گل بنفش و کرک گندمی است و رقم مستانگ رقمی از گروه رسیدگی IV، رشد نامحدود، پر محصول، مقاوم به نماتد سیستی نژاد ۳ و نیمه‌مقاوم به نماتد سیستی نژاد ۱ و ۴ و دارای رنگ گل سفید و کرک گندمی است (Cooper *et al*.,1995, Schmidt *et al*., 1997). سال ۱۳۸۱ نسل F1 کشت و بذر F2 برداشت شد. نسل‌های در حال تفرق (F2 –F6) این تلاقی طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ در کرج کشت و لاین‌های مطلوب با توجه به عملکرد و خصوصیات زراعی مطلوب از جمله عدم خوابیدگی و ریزش دانه، ارتفاع و تعداد گره بیشتر، طول دوره رشد مناسب، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف لاین‌های برتر از طریق روش شجره‌ای مورد گزینش قرار گرفتند. در سال ۱۳۹۱، ۱۳ لاین F7 گزینش شده از این تلاقی به همراه لاین‌های حاصل از تلاقی‌های دیگر (در مجموع ۱۰۰ لاین خالص) در آزمایش مقایسه عملکرد مقدماتی در قالب دو طرح لاتیس ساده ۶ × ۶ با ۳۶ تیمار و لاتیس ۸× ۸ با ۶۴ تیمار و دو تکرار درکرج و خرم‌آباد مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل، ۱۹ لاین خالص برتر از جمله لاین Soy-91-19a از تلاقی مذکور جهت انجام بررسی سازگاری انتخاب شدند. در آزمایش بررسی ارزش زراعی (VCU)، ۱۹ لاین انتخابی به همراه رقم تجارتی ویلیامز (شاهد) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در چهار منطقه (مغان، کرج، گرگان و خرم آباد) به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۳– ۱۳۹۲) مورد ارزیابی قرار گرفتند. در

هر چهار منطقه آماده‌سازی زمین به‌روش معمول در اوایل خرداد ماه انجام شد و هر کرت آزمایشی شامل ۴ ردیف کاشت به طول سه متر با فاصله بین‌ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. پس از استقرار گیاهچه‌ها، تراکم بر اساس ۳۰ بوته در متر مربع تنظیم گردید. در آزمایشات تکمیلی، در سال ۱۳۹۳ واکنش ۴۰ ژنوتیپ سویا از جمله لاین Soy-91-19a نسبت به تنش کم‌آبی مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در کرج اجرا شد و دور آبیاری برای شرایط نرمال پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر و برای شرایط تنش پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر تنظیم گردید. برای تعیین واکنش ژنوتیپ‌ها به تنش کم‌آبی نیز از شاخص تحمل به تنش فرناندز (STI) استفاده شد (Fernandez, 1992). اسکیل‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس تجربیات گذشته در زمینه آزمایشات تنش خشکی و با استفاده از ارقام شاهد Hack به عنوان رقم حساس و پارسا به عنوان رقم متحمل تعیین گردید. بدین صورت که برای مقادیر STI <۰/۵ ژنوتیپ حساس، برای مقادیر ۰/۵ <STI <۱ ژنوتیپ نیمه متحمل و برای مقادیر STI >۱ ژنوتیپ متحمل تعریف گردید.

در سال ۱۳۹۶ واکنش لاین Soy-91-19a به همراه چند لاین امیدبخش و رقم ویلیامز (شاهد حساس) نسبت به عامل قارچ پوسیدگی ذغالی در شرایط مزرعه‌ای دو منطقه علی‌آباد کتول و کردکوی در استان گلستان بر اساس درصد بوته‌های آلوده روش منگیستو و همکاران (Mengistu *et al*, 2007) مورد ارزیابی قرار گرفت. در سال ۱۳۹۷ نیز واکنش لاین Soy-91-19a به همراه چهار لاین امیدبخش و ارقام تجاری استان گلستان نسبت به جدایه بیماری‌زای عامل قارچ بوته‌میری فیتوفترائی (*Phytophthora soja*) در شرایط گلخانه در کرج بر اساس میانگین طول لکه نکروزه روش صادقی گرمارودی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2007) مورد ارزیابی قرار گرفت.

در سال ۱۳۹۶ در قالب یک پروژه تحقیقی-ترویجی، لاین امیدبخش Soy-91-19a همراه با دو رقم شاهد ویلیامز و سحر در دو منطقه کردکوی و علی‌آباد مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمایش هر ژنوتیپ در زمینی به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع با تراکم ۳۰۰ هزار بوته در هکتار در نیمه اول تیر ماه کشت گردید. در منطقه کردکوی با توجه به بارندگی نسبتاً خوب کشت به‌صورت دیم به همراه آبیاری تکمیلی انجام شد، به‌گونه‌ای که نیاز آبی گیاه در طول دوره رشد تامین گردید. در منطقه علی‌آباد کتول نیز مزرعه هر چهار هفته یک‌بار در مراحل رشد حساس گیاه (زمان کشت، به ساقه رفتن، گلدهی و پر شدن دانه) آبیاری شد. به منظور تعیین محتوی روغن و پروتئین دانه و ترکیب اسیدهای چرب روغن، مقادیر لازم از دانه لاین امیدبخش Soy-91-19a و ارقام شاهد سویا آسیاب شد و پس از تهیه نمونه‌های کافی از آرد

حاصله، درصد روغن و پروتئین توسط دستگاه NIR و درصد اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع روغن توسط دستگاه HPLC تعیین گردید. برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین آزمایش‌های بررسی مقدماتی عملکرد و سازگاری از نرم افزار آماری MSTATC و برای بررسی پایداری عملکرد آزمایش سازگاری از نرم افزار GGE بای‌پلات و گزینش همزمان عملکرد و پایداری و برای ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی از نرم افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

در جمعیت نسل F2 حاصل از تلاقی Charleston × Mustang تنوع قابل‌قبولی از نظر صفات زراعی مهم مشاهده گردید و در انتهای فصل، تعداد قابل‌توجهی از بوته‌ها با خصوصیات مطلوب از جمله زودرسی (با دوره رشد کمتر از ۱۲۰ روز)، تعداد غلاف بیشتر در بوته، دانه‌های درشت، رنگ روشن دانه، چندشاخه، فرم ایستاده بوته با زاویه کمتر شاخه‌ها با ساقه اصلی، ارتفاع بوته بیشتر، فاصله میان‌گره کمتر و فاصله بیش از ۱۵ سانتی‌متر اولین غلاف از سطح زمین، انتخاب شدند. در نسل F3 تا F6 نیز بوته‌هائی که از چنین خصوصیاتی برخوردار بودند، انتخاب شدند. در نهایت ۱۳ لاین خالص F7، از جمله لاین Soy 91-19a، با صفات زراعی مطلوب از این تلاقی انتخاب شدند. در آزمایش مقدماتی عملکرد، لاین Soy 91-19a با عملکرد ۳۴۹۶ کیلوگرم در هکتار، ۱۳۶ کیلوگرم دانه بیشتری نسبت به رقم صبا (شاهد) با عملکرد ۳۳۶۰ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. لاین Soy 91-19a با ۱۱۲ روز دوره رشد، یکی از زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بود. در آزمایش بررسی ارزش زراعی (VCU) که در چهار منطقه مغان، کرج، گرگان و خرم آباد به مدت دو سال زراعی (۱۳۹۳-۱۳۹۲) انجام گرفت، مقایسه میانگین عملکرد چهار منطقه نشان داد که لاین Soy 91-19a با میانگین عملکرد ۲۷۳۹ کیلوگرم در هکتار در بین ۲۰ ژنوتیپ مورد آزمایش حائز رتبه نخست گردید. این لاین نسبت به رقم شاهد ویلیامز با عملکرد ۲۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نیز ۳۸۹ کیلوگرم افزایش محصول نشان داد (جدول ۱). در منطقه گرگان، لاین Soy 91-19a با متوسط عملکرد دوساله ۲۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در بین لاین‌های مورد بررسی بیشترین عملکرد را داشت، در حالی‌که رقم شاهد ویلیامز دارای عملکرد ۱۴۹۱کیلوگرم در هکتار بود. افت عملکرد لاین‌ها در گرگان به دلیل خسارت ناشی از اختلال در غلاف‌بندی سویا بود (جدول ۱). در کرج لاین Soy 91-19a با متوسط عملکرد ۳۸۵۴ کیلوگرم در هکتار، پس از لاین Soy- 91-17b در رتبه دوم قرار گرفت. لاین Soy 91-19a در خرم‌آباد و مغان نیز به‌ترتیب با تولید ۲۵۹۴ و ۲۳۶۰ کیلوگرم دانه در هکتار جزء بهترین ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۱). برای انتخاب بهترین ژنوتیپ از نظر عملکرد و

پایداری از روش گزینش همزمان عملکرد و پایداری استفاده شد که بر اساس نتایج حاصل لاین Soy 91-19a با ارزش گزینشی ۱۷ در جایگاه نخست قرار گرفت و بهترین ژنوتیپ بود (جدول ۲). نمودار تجزیه بای‌پلات (GGBP) نیز نشان داد لاین Soy 91-19a نزدیک‌ترین لاین به ژنوتیپ ایده‌ال (مرکز دایره) بود و از نظر عملکرد و پایداری به عنوان بهترین لاین شناخته شد (شکل ۱). لاین شماره ۱۷ (L85-3059) نیز با عملکرد ۲۷۰۲ کیلوگرم در هکتار بر اساس هر دو روش در جایگاه دوم قرار گرفت. نتایج آزمایش تحقیقی-ترویجی در سال ۱۳۹۶ نشان داد که لاین Soy 91-19a با متوسط عملکرد ۲۸۰۰ کیلوگرم در هکتار در دو منطقه علی‌آباد کتول و کردکوی نسبت به رقم شاهد ویلیامز (با متوسط عملکرد ۲۳۱۱ کیلوگرم در هکتار)، ۴۸۹ کیلوگرم معادل ۲۱ درصد و نسبت به رقم سحر (با متوسط عملکرد ۱۹۹۹ کیلوگرم در هکتار)، ۸۰۱ کیلوگرم معادل ۴۰ درصد افزایش عملکرد نشان داد (جدول ۳).

جدول ۱- متوسط عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) لاین‌های خالص سویا در آزمایش سازگاری (۱۳۹۳-۱۳۹۲)

Table 1. Average grain yield ($kgha^{-1}$) of pure soybean lines in the adaptability trial (2013-2014)

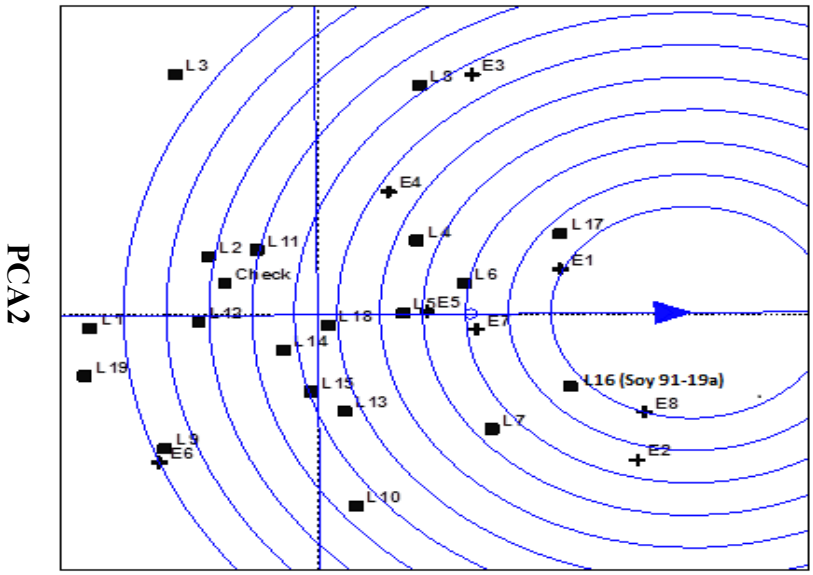
شماره No.	شناسه لاین Line code	شجره لاین Line pedigree	کرج Karaj	خرم آباد Khoramabad	مغان Moghan	گرگان Gorgan	میانگین Average
1	Soy- 91-3b	Hacheston × L16	2890	2167	2332	1365	2188
2	Soy- 91-9a	Hacheston × L16	2947	2434	2290	1751	2355
3	Soy- 91-8b	Hacheston × L16	3038	2775	2328	1190	2333
4	Soy- 91-19b	Liana × L32	3745	2543	2283	1824	2599
5	Soy- 91-13b	Hacheston × L16	3695	2584	2187	1876	2585
6	Soy- 91-16b	Hacheston × L16	3833	2469	2202	1846	2587
7	Soy- 91-17b	Hacheston × L16	3967	2186	2232	1906	2573
8	Soy- 91-20b	Liana × L32	3407	3165	2372	1643	2647
9	Soy- 91-23b	Kotaman × Kitamishiro	3167	2295	2750	1416	2407
10	Soy- 91-30b	Stressland × NMSB	3578	1985	2673	1942	2544
11	Soy- 91-32b	Stressland × NMSB	3338	2467	2081	1625	2378
12	Soy- 91-33b	Stressland × NMSB	3439	2340	2269	1530	2394
13	Soy- 91-35b	Stressland × NMSB	3364	2296	2568	1821	2512
14	Soy- 91-18a	Spry × Nemaha	3344	2312	2299	1548	2376
15	Soy- 91-22a	Spry × Savoy	3256	2289	2587	1788	2480
16	**Soy- 91-19a**	**Charleston × Mustang**	**3854**	**2594**	**2360**	**2150**	**2739**
17	L85-3059	Elite	3618	2921	2227	2043	2702
18	Soy- 91-31a	M50 × Williams	3598	2573	2530	1444	2536
19	Soy- 91-32a	Columbus × Williams	3160	2241	2305	1259	2241
20	**Williams**	**--**	**3258**	**2467**	**2184**	**1491**	**2350**

LSD 5%= 318; LSD 1%= 413.

جدول ۲- گزینش همزمان عملکرد و پایداری لاین‌های خالص سویا (۱۳۹۳-۱۳۹۲)

Table 2. Simultaneous selection of yield and stability of pure soybean lines (2013-2014)

شماره No.	شناسه لاین Line code	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kgha^{-1}$)	رتبه عملکرد Yield rank	تصحیح رتبه Rank correction	رتبه تصحیح‌شده Corrected rank	واریانس‌پایداری Stability variance	نمره‌پایداری Stability score	شاخص گزینش Selection index
1	Soy- 91-3b	2188	1	-1	0	2705429	0	0
2	Soy- 91-9a	2355	5	-1	4	3813976	-1	3
3	Soy- 91-8b	2333	3	-1	2	10238924	-4	-2
4	Soy- 91-19b	2599	17	1	18	5167514	-4	14
5	Soy- 91-13b	2585	15	1	16	3145666	-1	15
6	Soy- 91-16b	2587	16	1	17	3969487	-2	15
7	Soy- 91-17b	2573	14	1	15	7136455	-4	11
8	Soy- 91-20b	2647	18	1	19	8215808	-4	15
9	Soy- 91-23b	2407	9	-1	8	8798273	-4	4
10	Soy- 91-30b	2544	13	1	14	6939087	-4	10
11	Soy- 91-32b	2378	7	-1	6	2530988	0	6
12	Soy- 91-33b	2394	8	-1	7	7397256	-4	3
13	Soy- 91-35b	2512	11	1	12	2796140	0	12
14	Soy- 91-18a	2376	6	-1	5	1088244	0	5
15	Soy- 91-20a	2480	10	1	11	3351744	0	11
16	**Soy- 91-19a**	**2739**	**20**	**1**	**21**	**5351130**	**-4**	**17**
17	L85-3059	2702	19	1	20	7668111	-4	16
18	Soy- 91-31a	2536	12	1	13	2432424	0	13
19	Soy- 91-32a	2241	2	-1	1	5823038	-4	-3
20	**Williams (Check)**	**2350**	**4**	**-1**	**3**	**1945568**	**0**	**3**



شکل ۱- نمودار بای‌پلات ژنوتیپ ایده‌آل در آزمایش سازگاری (۹۳-۱۳۹۲)،

■ : لاین‌های L1- L17؛ + : محیط‌های کرج ۱۳۹۲ (E1)، کرج ۱۳۹۳ (E2)، خرم‌آباد ۱۳۹۲ (E3)، خرم‌آباد ۱۳۹۲ (E4)، مغان ۱۳۹۲ (E5)، مغان ۱۳۹۲ (E6)، گرگان ۱۳۹۲ (E7)، گرگان ۱۳۹۲ (E8)

Fig. 1. Biplot diagram of the ideal genotype in compatibility trial (2013-2014),

■: Lines L1-L17; +: Environments Karaj 2013 (E1), Karaj 2014 (E2), Khorramabad 2013 (E3), Khorramabad 2014 (E4), Moghan 2013 (E5), Moghan 2014 (E6), Gorgan 2013 (E7), Gorgan 2014 (E8)

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) لاین Soy-91-19a و ارقام شاهد در شرایط زارعین استان گلستان طی سال زراعی ۱۳۹۶

Table 3. Mean comparison of grain yield ($kgha^{-1}$) of Soy-91-19a line and control cultivars under farmer conditions in Golestan province during the 2017 growing season

ژنوتیپ Genotype	علی‌آباد کتول (۴ بار آبیاری) Aliabad Katool (four Irrigation)	کردکوی (شرایط دیم) Kordkooy (rainfed condition)	میانگین Mean
Soy-91-19a	3198	2402	2800
Williams (Check)	2778	1844	2311
Sahar (Check)	2262	1735	1999
مقادیر t t -value	4.28**	7.08**	

نتایج آزمایش ارزیابی ارقام و لاین‌های سویا در شرایط تنش کم‌آبی در سال ۱۳۹۳ در کرج نشان داد که لاین Soy 91-19a با عملکرد ۴۰۹۲ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری نرمال و ۲۳۴۶ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش و شاخص تحمل به تنش (STI) ۱/۲۳ در بین ۴۰ ژنوتیپ مورد بررسی در رتبه چهارم و در گروه ژنوتیپ‌های متحمل به کم‌آبی قرار گرفت (جدول ۴). بررسی واکنش ژنوتیپ‌های سویا به قارچ عامل بیماری پوسیدگی ذغالی در شرایط مزرعه‌ای در سال ۱۳۹۶ استان گلستان نشان داد که لاین Soy 91-19a با متوسط آلودگی ۱۰ درصد در دو منطقه کردکوی و علی‌آباد کتول جزء ژنوتیپ‌های متحمل به پوسیدگی ذغالی بود. در این بررسی میانگین آلودگی رقم شاهد (حساس) ویلیامز ۳۰ درصد و رقم سحر ۱۰ درصد (متحمل) بود. دو لاین امیدبخش L33 و L60 نیز با ۲۵ و ۱۵ درصد آلودگی در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۵). همچنین واکنش ژنوتیپ‌های سویا به قارچ عامل بیماری بوته‌میری فیتوفترائی بیانگر مقاومت بالای این لاین بود. در این آزمایش لاین Soy 91-19a با ۲۲/۷ درصد، کمترین میزان آلودگی را در بین ارقام تجاری امیر، سحر، سامان، صبا، ویلیامز و تلار و چهار لاین امیدبخش داشت (جدول ۶). مقاومت به این بیماری در شرایطی که آبیاری سنگین به روش نواری انجام می‌شود (که معمولاً در شمال کشور متداول است) و بارندگی و رطوب محیط بالا است، مزیت خوبی برای این رقم محسوب می‌شود.

محتوی روغن و پروتئین دانه لاین Soy-91-19a به‌ترتیب ۲۲/۵ و ۳۶/۲ بود و به لحاظ کیفیت روغن دانه نیز با دارا بودن ۲۵/۹ درصد اسید اولئیک (۱: ۱۸) از کیفیت ممتاز برخوردار بود. به‌گونه‌ای که نسبت به رقم ویلیامز با ۲۱ درصد اسید اولئیک و رقم سحر با ۱۹/۹ درصد اسید اولئیک به‌ترتیب ۵ و۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۷). از نظر خصوصیات زراعی لاین Soy-91-19a با ارتفاع بوته ۱۰۰ سانتی‌متر، دارای ۱۷ گره در ساقه اصلی و سه

جدول ۴- عملکرد دانه ژنوتیپ‌های سویا در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی، شاخص تحمل به تنش و واکنش ژنوتیپ‌ها به تنش در کرج طی سال زراعی ۱۳۹۳

Table 4. Grain yield of soybean genotypes under normal irrigation and drought stress conditions, stress tolerance index, and genotype response to stress in Karaj during the 2014 growing season

شماره No.	ژنوتیپ Genotypes	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield ($kgha^{-1}$)		شاخص تحمل به تنش Stress tolerance index	واکنش Reaction
		آبیاری نرمال Normal irrigation	تنش خشکی Drought stress		
1	GN 2172	2741	1738	0.61	ST
2	GN 2002	2110	1876	0.51	ST
3	GN 2130	2550	1089	0.36	S
4	GN 2171	1785	220	0.05	S
5	GN 2167	1779	761	0.17	S
6	GN 2166	2328	1757	0.52	ST
7	GN 2157	3500	1564	0.70	ST
8	GN 2156	3003	771	0.30	S
9	GN 2152	2430	939	0.29	S
10	GN 2125	1806	1694	0.39	S
11	GN 2165	1685	1516	0.33	S
12	Hack (Sensitive)	2583	1104	0.36	S
13	GN 2087	1969	809	0.20	S
14	GN 2040	2109	1278	0.34	S
15	GN 2046	2899	1573	0.58	ST
16	GN 2015	2371	1428	0.43	S
17	GN 2032	2382	1073	0.33	S
18	GN 2011	2381	1632	0.50	ST
19	GN 2034	3517	1649	0.74	ST
20	GN 2003	2172	1173	0.33	S
21	GN 3071	3227	1818	0.75	ST
22	GN 3074	3043	1707	0.66	ST
23	GN 3070	2932	1552	0.58	ST
24	GN 3065	2426	1717	0.53	ST
25	GN 3025	3026	1273	0.49	S
26	GN 3027	2659	1096	0.37	S
27	Liana×L32/2	3699	2140	1.01	T
28	Hacheston×L16/16	3306	2325	0.98	ST
29	Liana×L32/3	2901	1559	0.58	ST
30	L3 (S.land ×NMSB)	2922	1603	0.60	ST
31	**Soy 91-19a**	**4092**	**2346**	**1.23**	**T**
32	Spry ×Nemaha/3	2842	1682	0.61	ST
33	Spry ×Nemaha/8	2568	1052	0.35	S
34	Spry ×Savoy/2	2911	992	0.37	S
35	Spry ×Savoy/3	4000	2495	1.28	T
36	L6 – P 79	2301	1631	0.48	S
37	DI 74	3081	2194	0.86	ST
38	D42.I9	3174	2107	0.86	ST
39	D42.I4	3927	2856	1.43	T
40	Parsa (Tolerant)	4725	2691	1.63	T
	LSD 5%	782.6	593.3	-	-

S: sensitive, T: tolerant, and ST: semi-tolerant. S: حساس، T: متحمل، ST: نیمه متحمل.

جدول ۵- واکنش ژنوتیپ‌های سویا به پوسیدگی ذغالی تحت شرایط مزرعه‌ای در گرگان طی سال زراعی ۱۳۹۶

Table 5. Reaction of soybean genotypes to charcoal rot disease under field conditions in Gorgan during the 2017 growing season

ژنوتیپ Genotype	کردکوی Kordkooy	علی‌آباد کتول Aliabad Katool	میانگین درصد آلودگی Average percentage of infection
Sepideh (Mutant)	30	40	35
Sepideh	20	20	20
Soy 91-19 a	**10**	**10**	**10**
L.33 (Nemaha x Hamilton)	20	30	25
L60 (Hamilton x Sepide)	10	30	15
Sahar (Tolerant)	10	10	10
Williams (Sensitive)	30	30	30

جدول ۶- واکنش ژنوتیپ‌های سویا به بوته‌میری فیتوفترائی (*Phytophthora soja*) تحت شرایط گلخانه در کرج طی سال زراعی ۱۳۹۷

Table 6. The reaction of soybean genotypes to Phytophthora root rot (*Phytophthora soja*) under greenhouse conditions in Karaj during the 2018 growing season

ژنوتیپ Genotype	تعداد کل بوته‌ها Total number of plants	تعداد بوته آلوده Number of infected plants	درصد آلودگی The infected percentage	واکنش Reaction
Amir	26	26	100	(S) حساس
Sahar	11	11	100	(S) حساس
Saman	28	12	42.8	(MR) نیمه‌مقاوم
Saba	33	29	87.9	(S) حساس
Williams (Sensitive)	15	11	73.3	(S) حساس
Telar	37	33	89	(S) حساس
Soy 91-19a	**22**	**5**	**22.7**	**(R)** مقاوم
L.13 (Spry x Kitamishiro)	24	24	100	(S) حساس
L.24 (Spry x Savoy)	28	26	92.8	(S) حساس
L.33 (Nemaha x Hamilton)	27	25	92.5	(S) حساس
L.60 (Hamilton x Sepide)	17	17	100	(S) حساس

جدول ۷- کیفیت و کمیت روغن و محتوی پروتئین دانه لاین Soy-91-19a در مقایسه با ارقام شاهد

Table 7. Quality and quantity of oil and seed protein content of Soy 91-19a line compared to control cultivars

ژنوتیپ Genotype	اسیدهای چرب اشباع (درصد) Saturated fatty acids (%)			اسیدهای چرب غیراشباع (درصد) Unsaturated fatty acids (%)				درصد روغن Oil percent	درصد پروتئین Protein percent
	اسیدپالمتیک Palmitic acid (C16:0)	اسیداستاریک Stearic acid (C18:0)	مجموع Total	اسیداولئیک Oleic acid (C18:1)	اسیدلینولئیک Linoleic acid (C18:2)	اسیدلینولنیک Linolenic acid (C18:3)	مجموع Total		
Sahar	13.2	3.8	17.0	19.9	55.0	8.90	83.8	21.0	37.0
Willimas	10.8	3.8	14.6	21.0	57.1	7.4	85.5	21	36
Soy 91-19a	**11.3**	**4.4**	**15.6**	**25.9**	**51.9**	**6.6**	**84.4**	**22.6**	**36.2**

شاخه فرعی است. وزن هزار دانه آن ۱۵۱ گرم بوده و دارای ۴۸ غلاف در بوته و به‌طور متوسط ۲/۶ دانه در غلاف است. دوره رشد این لاین ۱۱۷ روز بوده و متعلق به گروه رسیدگی III است. این لاین نسبت به بوته‌میری فیتوفترائی مقاوم و نسبت به بیماری پوسیدگی ذغالی نیمه‌حساس است (جدول ۸). از نظر ویژگی‌های مرفولوژیکی متمایزکننده رقم (DUS)، این لاین دارای تیپ رشد نامحدود، رنگ گل و هیپوکوتیل بنفش، رنگ کرک گندمی، شکل برگچه‌های جانبی مثلثی، رنگ پوسته خارجی بذر کرمی و رنگ ناف سیاه است (جدول ۸).

جدول ۸- مقایسه مشخصات زراعی و مرفولوژیکی لاین Soy-91-19a با رقم ویلیامز

Table 8. Comparison of agronomic and morphological traits of Soy-91-19a line with Williams cultivar

Characteristics	صفت	Soy-91-19a		Williams	
Hypocotyl color	رنگ هیپوکوتیل	Purple	بنفش	Colorless	بی‌رنگ
Growth type	تیپ رشدی	Indeterminate	رشد نامحدود	Indeterminate	رشد نامحدود
Pubescence color	رنگ کرک	Straw	گندمی	Straw	گندمی
Plant height	ارتفاع بوته	Intermediate	متوسط	Intermediate	متوسط
Flower color	رنگ گل	Purple	بنفش	White	سفید
Leaf (form of lateral leaflets)	برگ (شکل برگچه‌های جانبی)	Triangular	مثلثی	Sharp egg shape	تخم‌مرغی‌تیز
Seed color (outer shell)	رنگ پوسته خارجی بذر	Beige	کرمی	Yellow	زرد
Hilum color	رنگ ناف	Black	سیاه	Black	سیاه
Flowering time	زمان شروع گلدهی	Intermediate	متوسط	Intermediate	متوسط
Maturity group	گروه رسیدگی	Intermediate (117 days)	متوسط‌رس (۱۱۷ روزه)	Intermediate (120 days)	متوسط‌رس (۱۲۰ روزه)
Branching form	فرم شاخه‌بندی	Three branches	سه شاخه	Single branch	تک شاخه
No. of pods per plant	تعداد غلاف در بوته	48		42	
No. of nodes per stem	تعداد گره در ساقه	17		22	
Height of the first inserted pod	ارتفاع اولین غلاف	10		10	
1000-grain weight	وزن هزار دانه	152		130	
Grain yield	عملکرد دانه	3200 $kgha^{-1}$		2778 $kgha^{-1}$	
Reaction to Phytophthora sudden death	واکنش به بوته‌میری فیتوفترائی	Resistant	مقاوم	Sensitive	حساس
Reaction to charcoal rot disease	واکنش به پوسیدگی ذغالی	Semi-sensitive	نیمه حساس	Sensitive	حساس

توصیه ترویجی

رقم رحمت مناسب کاشت در استان گلستان به عنوان منطقه هدف بوده، اما در مناطقی از جمله دشت مغان در استان اردبیل هم قابل توصیه است. تاریخ کاشت مناسب این رقم برای کشت تابستانه، نیمه اول تیرماه و برای کشت بهاره، نیمه دوم اردیبهشت است. آرایش کاشت مناسب برای این رقم ۴۰ × ۷ سانتی‌متر بوده و با توجه به چندشاخه بودن آن، تراکم ۳۰۰ هزار بوته در هکتار برای دستیابی به حداکثر عملکرد توصیه می‌شود. با توجه به وزن هزار دانه و چند شاخه بودن، مصرف ۶۰ تا ۷۰ کیلوگرم بذر در هکتار برای کاشت این رقم قابل‌توصیه است.

References

Anonymous, 2022. World Food and Agriculture Statistical Yearbook 2022. FAO, Rome, Italy. 380 pp. DOI: 10.4060/cc2211en.

Cooper, R. L., Martin, R. J., Martin, S. K. Calip-DuBois, A., Fioritto, R. J., and Schmitthenner, A. F. 1995. Registration of 'Charleston' soybean. Crop Sci. 35 (2): 593. DOI: 10.2135/cropsci1995.0011183X003500020060x.

Dasilva, F. L., Borém, A., Sediyama, T., and Ludke, W. H. 2017. Soybean Breeding. Springer, Switzerland. 440 pp. DOI: 10.1007/978-3-319-57433-2.

Faraji, A. 2023. Control of soybean podding disorder. Technical Publication No. 63871. Seed and Plant Improvement Institute. Golestan. Iran. 12 pp. (In Persian).

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Pp. 257-270. In: Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress, Shanhua. Taiwan. DOI: 10.22001/wvc.72511.

Gurmu, F., Mohammed, H., and Alemaw, G. 2009. Genotype x environment interactions and stability of soybean for grain yield and nutrition quality. African Crop Science Journal 17: 87-99. DOI: 10.4314/acsj.v17i2.54202.

Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: consequences for growers. Agron. J. 85: 754-757. DOI: 10.2134/agronj1993.00021962008500030042x.

Mengistu, A., Ray, J. D., Smith, J. R., and Paris, R. L. 2007. Charcoal rot disease assessment of soybean genotypes using a colony forming unit index. Crop Sci.47: 2453-2461. DOI: 10.2135/cropsci2007.04.0186.

Sadeghi Garmaroodi, H., Mirabolfathy, M., Babaei, H. R., and Zeinali, H. 2007. Physiological races of *Phytophthora soja* in Iran and race-specific reaction of some soybean cultivars. J. Agric. Sci. Technol. (JAST) 9: 243-249. DOI: 20.1001.1.16807073.2007.9.3.9.8.

Schmidt, M. E., Owen, P. A., Clark, K. M., and Sleper, D. A. 1997. Registration of 'Mustang' soybean. Crop Sci. 37 (4): 1383. 10.2135/cropsci1997.0011183X003700040065x.

Yan, W., and Kang, M. S. 2003. GGE Biplot Analysis: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists and Agronomists. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 288 pp. DOI: 10.1201/9781420040371.

Rahmat, early-maturing soybean cultivar for summer cultivation in Golestan province

H. R. Babaei [1], S. Raeisi[2], N. Razmi[3], H. Sabzi[4], H. Sadeghi[5], F. Shariati[5], S. Seifamiri[6], Sh. Kia[2], K. Peyghamzadeh[2], N. Kazerani[7], and P. Gholizade Sarcheshmeh[8]

1. **Associate Professor, Field and Horticultural Crops Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.**
2. **Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Research Department, Golestan Province Agricultural Research and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.**
3. **Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Research Department, Ardabil Province Agricultural Research and Natural Resources and Education Center (Parsabad Moghan), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Parsabad Moghan, Iran.**
4. **Researcher, Field and Horticultural Crops Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khorramabad, Iran.**

5 and 8. Assistant Professor and Researcher, respectively, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

6. **Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Research Department, Ardabil Province Agricultural Research and Natural Resources and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ardabil, Iran**
7. **Researcher, Field and Horticultural Crops Research Department, Boshehr (Borazjan) Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Borazjan, Iran.**

ABSTRACT

Babaei, H. R, Raeisi, S., Razmi, N., Sabzi, H., Sadeghi, H., Shariati, F., Seifamiri, S., Kia, Sh., Peyghamzadeh, K., Kazerani, N. and Gholizade Sarcheshmeh, P. 2024. Rahmat, early-maturing soybean cultivar for summer cultivation in Golestan province**. Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal 13 (1): 75-89. (in Persian).**

The Rahmat cultivar (Soy 91-19a line) was developed to introduce an early-maturing soybean cultivar for Golestan province. This cultivar originated from the segregating generations of a crossbreeding program between the Charleston (maternal) and Mustang (paternal) cultivars, initiated in 2001. In preliminary yield trials, the Soy 91-19a line was identified as a top performer, producing 3496 $kgha^{-1}$. In adaptability trials (2013-2014), using GGE biplot analysis and simultaneous selection for yield and stability, the Soy-91-19a line, with an average grain yield of 2739 $kgha^{-1}$ and a growth period of 117

days, emerged as the best genotype in terms of yield, stability, and earliness, showing a yield increase of 389 $kgha^{-1}$ compared to the Williams control cultivar. Under farmer conditions in Golestan, this line produced 3198 $kgha^{-1}$, demonstrating a 21% yield increase over the Williams cultivar. This line is resistant to Phytophthora sudden death (*Phytophthora soja*) and semi-sensitive to charcoal rot. Additionally, the Soy 91-19a is indeterminate, multi-branched, early-maturing, drought-tolerant, and resistant to lodging and grain shattering. The oleic acid content of this line is 5% higher than that of common cultivars. Due to its high yield and desirable agronomic traits, this line has been introduced as the Rahmat cultivar for summer cultivation in Golestan province.

Keywords: Early maturity, Yield stability, Multi-branched, Resistant to lodging and grain shattering, Resistant to Phytophthora sudden death

Corresponding author: 30241hrbabaei@gmail.com **Tel.:** +9805138930249

Received: 03 December, 2023
Accepted: 23 June, 2024