



"مقاله پژوهشی"

ارزیابی عملکرد دانه ژنتیک‌های سویا در محیط‌های مختلف با استفاده از پارامترهای آماری و روش‌های گرافیکی GGE با پلات

نسرین رزمی^۱, بهرام مسعودی^۲, ابراهیم هزارجرibi^۳, سیدعباسعلی اندرخور^۴, ابوالفضل فرجی^۵ و شهریار کیا^۶

^۱- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل (پارس آباد مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، پارس آباد، ایران، (نویسنده مسول): n.razmi@areeo.ac.ir

^۲- استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

^۳- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۴- استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

^۵- استاد بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

^۶- استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۱

صفحه: ۸۲ تا ۷۴

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: شرایط محیطی و به خصوص تفاوت طول روز ناشی از عرض جغرافیایی مهمترین عامل محیطی در تعیین سازگاری ژنتیک‌های سویا در اقلیم‌های متفاوت می‌باشد. پاسخ متفاوت ژنتیک‌ها به شرایط مختلف محیطی نتیجه اثر متقابل ژنتیک و ژنتیک × محیط است. ارزیابی اثر متقابل ژنتیک × محیط برای افزایش کارایی برنامه‌های اصلاحی و انتخاب ارقامی که در دامنه وسیع تری از محیط‌های متفاوت عملکرد دائمی بالای داشته باشد ضروری است.

مواد و روش‌ها: تعداد ۲۳ ژنتیک سویا با در رقم شاهد (سبا و امیر) در سه منطقه گرگان، ساری و معان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۸) مورد ارزیابی قرار گرفتند. عملکرد دانه ژنتیک‌ها برای هر منطقه بطور جداگانه مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و برای کلیه مناطق تجزیه واریانس مرکب انجام گرفت. از آماره‌های تک متغیره ضربی رگرسیون، واریانس انحراف از رگرسیون، واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک برای ارزیابی میزان پایداری عملکرد دانه ژنتیک‌ها استفاده شد. به منظور تحلیل بهتر اثرات متقابل ژنتیک با مکان از تجزیه مدل GGE با پلات استفاده گردید.

یافته‌ها: تجزیه مرکب داده‌ها حاکی از معنی دار بودن اثر مکان، ژنتیک و اثر متقابل ژنتیک × مکان برای عملکرد دانه بود. بر اساس پارامترهای پایداری محاسبه شده، ژنتیک G18 دارای عملکرد بیشتر از میانگین کل، اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا پایین‌تر، ضربی رگرسیون معادل یک و کمترین واریانس انحراف از خط رگرسیون بود. ژنتیک‌های G16 و G23 نیز به ترتیب در رتبه بعدی قرار گرفتند. نتیجه فوق در تجزیه بای‌پلات نیز مورد تایید قرار گرفت. بررسی همزمان اثر ژنتیک و اثر متقابل ژنتیک در محیط با خط متوسط عملکرد محیطی (AEC) از بای‌پلات نشان داد ژنتیک‌هایی نزدیک به خط شامل AEC G22، G23 و G17 در برهمکنش نقش کمتری داشته و جزو پایدارترین ژنتیک‌ها محسوب می‌شوند. همچنین ژنتیک‌های G18 و امیر جزو ژنتیک‌هایی با پایداری متوسط محسوب می‌شوند. نمای برداری GGE بای‌پلات نشان داد محیط‌ها به دو و ژنتیک‌ها به سه گروه تفکیک شدند. در اولین گروه محیطی (معان و گرگان) ژنتیک‌های G2، G15 و G18 بیشترین عملکرد را داشتند. در دومین گروه محیطی (ساری) ژنتیک G1 بیشترین عملکرد را داشت. ژنتیک‌های G9، G13، G10 و G8 در هیچ یک از محیط‌ها برتر نبودند و کمترین متوسط عملکرد را در تمامی محیط‌ها داشتند.

نتیجه‌گیری: ژنتیک G18 (ژنتیک ×Charleston) نوسانات کمتری را در محیط‌های مولاح آزمایش نشان داد و با میانگین عملکرد ۳۴۲۱ کیلوگرم در هکتار در جایگاه مناسبی نسبت به سایر ژنتیک‌ها قرار داشت و می‌توان از آن در برنامه‌های اصلاحی آتی استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنتیک × محیط، پارامترهای پایداری، ژنتیک‌های پایدار

محیط‌های متفاوت عملکرد دائمی بالای داشته باشد و همچنین برای افزایش کارایی برنامه‌های اصلاحی و انتخاب بهترین ژنتیک‌ها ضروری است (۱۳). سه روش عمدۀ برای ارزیابی اثر متقابل ژنتیک × محیط وجود دارد. اولین راه، شناسایی ژنتیک‌های خاص برای هر محیط است. راه دوم انجام منطقه‌بندی اکولوژیکی و تقسیم یک منطقه به مناطق همگن‌تر است. سومین و پرکاربردترین روش شناسایی ارقام با پایداری فنوتیپی بالا است. این استراتژی شامل شناسایی ژنتیک‌هایی است که در برابر تغییرات محیطی پایدارتر بوده و در مکان‌های مختلف عملکرد بالاتری دارند (۱۶). به منظور ارزیابی عملکرد دانه سویا در محیط‌های موردنظر و تعیین کمیت سازگاری و پایداری ارقام، انجام آزمایشات چند محیطی امری عادی و اساسی است (۶).

پایداری به توانایی نسبی ژنتیک‌ها برای انتساب با نوسانات آب و هوایی طی سال‌های زراعی در چند مکان مشخص اشاره دارد (۱۶). همچنین ژنتیک‌های منتخب باید نسبت به

مقدمه

دانه سویا *Glycine max* (L.) Merrill حاوی ۲۰ درصد روغن بوده و مصرف روغن آن به خاطر غنی بودن از اسیدهای چرب امکان و امکان توصیه می‌شود (۱). میانگین پروتئین دانه آن ۴۰ درصد با نسبت معادل اسیدهای آمینه می‌باشد (۱۱).

عملکرد سویا یک ویژگی کمی پیچیده است که توسط ژن‌های متعددی کنترل می‌شود و تحت تاثیر اثرات متقابل چند جانبی محیط با ژنتیک می‌باشد (۱۲). شرایط محیطی و به خصوص فتوپریود یا تفاوت طول روز ناشی از عرض جغرافیایی مهمترین عامل محیطی در تعیین سازگاری ژنتیک‌های سویا در اقلیم‌های متفاوت می‌باشد (۲). پاسخ متفاوت ژنتیک‌ها به شرایط مختلف محیطی نتیجه اثر متقابل ژنتیک × ژنتیک × محیط (GGE) است. اطلاعات و درک GGE برای تعیین سطح تنوع عملکرد ژنتیک‌ها در محیط‌های متعدد و انتخاب ارقامی که در دامنه وسیع تری از

مهم این روش می‌باشد. بیشترین کاربرد روش GGE با پلات ارزیابی ژنتیک‌ها در طیف وسیعی از محیط‌های متنوع می‌باشد. همچنین در مواردی که تعداد زیادی ژنتیک در مراحل اولیه بررسی ژنتیک‌ها به منظور حذف ژنتیک‌های نامطلوب در مکان‌های محدود مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۳). وو و همکاران (۲۲) سازگاری و پایداری ۱۲۱ ژنتیک سویا را در سه مکان با استفاده از روش GGE با پلات مورد بررسی قرار دادند. در این بررسی ژنتیک محلی پایه بیشترین میزان عملکرد دانه و پروتئین را در مکان هاربین نشان داد. لی و همکاران (۱۶) پایداری عملکرد ۱۷۳ ژنتیک سویا را در سه منطقه اکولوژیکی متفاوت مورد ارزیابی قرار داده و بر معنی دار بودن اثر متقابل ژنتیک × محیط بر عملکرد دانه و سایر خصوصیات زراعی و فیزیولوژیکی ژنتیک‌های مورد مطالعه تأکید کردند. این آزمایش به منظور شناسایی ژنتیک‌های با عملکرد بالا و پایدار سویا با استفاده از ۲۳ ژنتیک به همراه ارقام تجاری صبا و امیر به عنوان شاهد در سه منطقه گرگان، ساری و مغان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۳ لاین سویا (حاصل از برنامه‌های اصلاحی موسسه اصلاح و تهییه نهال و بذر) به همراه دو رقم شاهد (صبا و امیر) در سه منطقه گرگان، ساری و مغان در قالب طرح بلوك‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی (۱۳۹۷-۱۳۹۸) کشت شدند. اطلاعات اقلیمی مکان‌های اجرای آزمایش در جدول شماره ۱ و نام و شجره و گروه رسیدگی هر کدام از لاین‌های مورد مطالعه در جدول ۲ ارائه شده است.

عملیات زراعی که از منطقه‌ای به منطقه دیگر متفاوت می‌باشد سازگاری داشته باشند (۲). ویژگی اصلی مورد جستجو در یک رقم سویا در یک برنامه اصلاح‌نژاد، عملکرد بالا، همراه با خصوصیات زراعی مناسب مانند تشکیل اولین غلاف در ارتفاع بالاتر، مقاومت به ریزش و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها است (۳). روش‌های متعددی برای تجزیه و تحلیل آزمایشات چند منطقه‌ای بهمنظور بدست آوردن الگوی اثر متقابل ژنتیک × محیط و برآورد پایداری و سازگاری ژنتیک‌ها وجود دارد (۲۵) و هر کدام از این روش‌ها دارای مزایا و معایب می‌باشد. تعداد ژنتیک‌های مورد بررسی، مکان‌های هدف، دقت آزمایش و اهداف اصلاحی در تعیین نوع روش ارزیابی نقش اساسی دارند (۸). شاخص پایداری اکولوگیک ریک (۲۱) یکی از مهمترین روش‌های تعیین پایداری است و برای هر ژنتیک مستقیماً به اثر متقابل ژنتیک در محیط بستگی دارد. واریانس پایداری شوکلا (۲۰) نیز مشابه اکولوگیک ریک است و مجموع اثر متقابل ژنتیک در محیط را به اجزای مرتبط به هر یک از ژنتیک‌ها تقسیم و سهم هر یک را در تشکیل این اثر متقابل تعیین می‌کند. در روش ضربی شب خط رگرسیون اگر ژنتیکی دارای ضربی رگرسیون نزدیک به یک باشد، به عنوان ژنتیکی با پایداری متوسط معرفی می‌شود (۱۰).

GGE با پلات روابط میان ژنتیک‌ها، مکان‌های مورد آزمایش و اثر متقابل ژنتیک × محیط را مورد ارزیابی قرار می‌دهد و یک روش موثر کاربردی برای توصیه ژنتیک‌های خاص برای ماکرو اقلیم‌ها می‌باشد (۷). میانگین عملکرد و پایداری ژنتیک‌ها در این روش مورد بررسی قرار گرفته و قابلیت محیط‌های هدف در تمايز ژنتیک‌ها از ویژگی‌های

جدول ۱- مختصات جغرافیایی و اکولوژیکی مناطق اجرای پروژه

Tabel 1. Geographical and ecological coordinates at the experimental field

مغان	گرگان	ساری	ایستگاه تحقیقاتی	
			پارامترها	
۴۸/۱۹ شرقی	۵۴/۲۰ شرقی	۵۳/۱۰ شرقی	طول جغرافیایی	
۳۷/۴۸ شمالی	۳۶/۵۵ شمالی	۳۶/۴۱ شمالی	عرض جغرافیایی	
۶۰	۵۵	۲۹	ارتفاع از سطح دریا	
۲۵۰	۴۶۸	۶۵۰	میزان بارندگی سالانه	
-۰/۷	۳	۶/۲۱	میانگین دمای حداقل	
۳۴	۳۳/۲	۴۳/۱۲	میانگین دمای حداقل	

جدول ۲- نام و شجره لاین‌های مورد بررسی

Table 2. Name and pedigree of the studied genotypes

شماره ژنتیپ	شناسه	شجره	گروه رسیدگی
۱	G1	Hamilton×Karbin	III
۲	G2	Hamilton×Karbin	IV
۳	G3	Hamilton×Karbin	III
۴	G4	Hamilton×Karbin	III
۵	G5	Valenta×Karbin	III
۶	G6	Valenta×Karbin	III
۷	G7	Valenta×Karbin	III
۸	G8	Sepideh × Sari	III
۹	G9	Hamilton×TMS	III
۱۰	G10	Hamilton×TMS	III
۱۱	G11	Hamilton×TMS	III
۱۲	G12	Hamilton×TMS	III
۱۳	G13	Valenta×TMS	II
۱۴	G14	Sepideh × Hamilton	III
۱۵	G15	Hamilton×Sari	IV
۱۶	G16	Hamilton×Gorgan3	IV
۱۷	G17	Telar × Williams	IV
۱۸	G18	Sari × Charleston	IV
۱۹	G19	Sari × Charleston	IV
۲۰	G20	Sari × Charleston	III
۲۱	G21	Sari × Charleston	III
۲۲	G22	Williams × Clary	IV
۲۳	G23	Sahar × Sari	IV
۲۴	G24	اصبا(Saba)	III
۲۵	G25	امیر(Amir)	V

متقابل مکان و ژنتیپ برای عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). معنی دار بودن اثر مکان نشان می‌دهد که عوامل جوی (میزان بارندگی، طول روز، حداقل و حداکثر دما هوا) و همچنین عوامل غرافیایی (طول و عرض غرافیایی، ارتفاع از سطح دریا) و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سبب اختلاف در میزان عملکرد ژنتیپ‌های مورد مطالعه شده است. تغییرات در شرایط محیطی از جمله اثر مکان، نوسانات فصلی و اثر متقابل آنها با هم به شدت بر عملکرد ژنتیپ‌ها در رابطه با پتانسیل عملکرد تاثیر دارد (۱). محققین دیگر نیز در آزمایشات پایداری خود به معنی دار بودن اثرات مکان و ژنتیپ در ژنتیپ‌های سویا اشاره نموده‌اند (۹). برای تشخیص ژنتیپی که در تمام مناطق عملکرد قابل قبول داشته و سازگاری وسیعی را با محیط‌های مختلف دارا باشد، بایستی اقدام به بررسی سازگاری ژنتیپ‌ها و پایداری عملکرد آنها در محیط‌های مختلف نمود که این امر با استفاده از برآورد آماره‌های پایداری مورد نظر انجام پذیرفت و انتخاب برترین ژنتیپ، با توجه به میانگین عملکرد بالاتر و نوسان عملکرد کمتر انجام شد (۱۰). معیارهای پایداری عملکرد با استفاده از روش‌های مختلف تعیین شد (جدول ۴) و نتایج نشان داد که میانگین مربعات ژنتیپ‌ها برای عملکرد دانه معنی دار است و همانطور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده گردید اثر متقابل بین ژنتیپ و مکان معنی دار بود و شبی خط رگرسیون ژنتیپ‌ها متفاوت است. بر اساس روش رگرسیون میانگین عملکرد دانه، ژنتیپ‌های G9، G6، G13، G10 بهترین ژنتیپ با ضریب رگرسیون بیشتر از یک دارای حساسیت بیشتری به تغییرات محیطی بوده و سازگاری خصوصی بیشتری به محیط‌های پر بازده دارند در حالی که

عملیات زراعی شامل سخم پاییزه و بهاره، دو دیسک عمود برهم، تسطیح و کوددهی بر اساس نیاز غذایی خاک و ایجاد جوی و پشته به فواصل ۶۰ سانتی‌متر بود. هر ژنتیپ در ۵ خط ۴ متری با فاصله دو بوته روی هر خط ۳-۵ سانتی‌متر کشت گردید. در طی فصل رشد مراقبت‌های زراعی لازم از جمله آبیاری، مبارزه با آفات و علف‌های برداشت و پذیرفت. در پایان دوره رشد و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی عملکرد دانه هر ژنتیپ با حذف اثر حاشیه برداشت و با احتساب ۱۲ درصد رطوبت بذر و بر اساس کیلوگرم در هکتار ثبت شد. نتایج مربوط به عملکرد دانه ارقام برای هر منطقه بطور جداگانه مورد تجزیه واریانس و برای کلیه مناطق مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت. سپس از آماره‌های تک متغیره ضریب رگرسیون، واریانس انحراف از رگرسیون، واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک برای ارزیابی میزان پایداری عملکرد دانه ژنتیپ‌ها استفاده شد و در نهایت به منظور تحلیل بهتر تاثیر متقابل ژنتیپ با محیط از تجزیه مدل GGE با پلات استفاده گردید. از نرم افزارهای SAS و GenStat v.12 جهت تجزیه‌های آماری استفاده شد.

نتایج و بحث

نتیجه آزمون بارتلت برای تمامی محیط‌ها، همگن بودن واریانس‌های خط را نشان داد. تجزیه واریانس ساده برای هر کدام از محیط‌ها به طور جداگانه انجام شد ($p=0.201$) (Chi Square = 3.22). نتایج تجزیه واریانس ساده نشان داد که بین ژنتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه در تمامی محیط‌ها تفاوت معنی داری وجود داشت (جدول ۳). نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد اثر مکان، ژنتیپ و اثر

این است که نتایج حاصل از بررسی پایداری عملکرد ژنتیپ‌ها با استفاده از دو پارامتر اکوالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا با هم مشابه می‌باشند که این موضوع حاکی از تشابه این دو پارامتر در تعیین ژنتیپ‌های پایدار می‌باشد. فربريا و همكاران (۱۱) سازگاري و پایداری ۱۰ ژنتیپ سویا را به همراه دو رقم تجاری در هشت منطقه از بزرگیل را به مدت دو سال با استفاده از روش‌های آماری مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که ژنتیپ‌های UEL122, UEL110, UEL121 و UEL123 از بيشترین مقدار پایداری برخوردار بوده و قابلیت معرفی به عنوان ارقام جدید را دارند. در اين بررسی پارامتر ابراهارت و راسل و روش کروز با پارامتر اکوالانس ریک همبستگی بالايی نشان داد. مشابه بودن نتایج دو آماره اکوالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا توسط سایر محققین نيز گزارش شده است (۱۸,۲۳).

ژنتیپ‌های G2, G15, G22 و G16 به ترتیب با ضریب رگرسیون کمتر از يك دارای تحمل بيشتری به تعیيرات محیطي بوده و سازگاري بيشتری با محیط‌های کم بازده دارند. بر اساس روش پیشنهادی شوکلا، هرچه مقدار واریانس پایداری شوکلا کمتر باشد، رقم پایدارتر می‌باشد، بنابراین ژنتیپ‌های G17, G19, G4 و G12 به ترتیب دارای کمترین میزان واریانس پایداری شوکلا در بين ارقام مورد بررسی بوده و به عنوان ارقام پایدار شناسایي شدند. همچنین ژنتیپ‌های G1, G15, G2, G9 به ترتیب دارای بيشترین میزان واریانس پایداری شوکلا بودند و به عنوان ارقام با پایداری پائين مشخص شدند. ژنتیپ‌های G19, G4 و G12 با کمترین اکوالانس ریک پایدارترین ژنتیپ‌ها بودند. ژنتیپ‌های G2, G15, G1 و G9 به ترتیب دارای بيشترین میزان اکوالانس ریک بوده و به عنوان ژنتیپ‌هایی با پایداری پائين شناسایي شدند. بررسی نتایج جدول ۴ حاکی از

جدول ۳- تجزيه واریانس ساده صفت عملکرد دانه سویا در مکان‌های مختلف

Table 3. Simple analysis of variance of grain yield of soybean in experimental locations

منابع تعیيرات	درجه آزادی	گرگان	ساری	منان
تکرار Rep	۲	۳۸۶.۲۰۰/۵*	۳۸۶۳۸۲/۸**	۷۱۴۳۷۷۱/۴**
ژنتیپ Genotype	۲۴	۲۴۰.۱۵۰.۴/۱**	۵۰۴۰۸۰/۸**	۴۳۹۶۷۷/۵**
خطای آزمایشي Error	۴۸	۷۹۳۳۲۱	۱۲۶۴۵۶/۸	۱۷۶۷۱۶/۲
ضریب تعیيرات C.V (%)	۲۴/۱۴	۲۴/۱۴	۱۲/۲۶	۱۵/۷۵

* و **: به ترتیب غير معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و يك درصد

جدول ۴- تجزيه واریانس مرکب صفت عملکرد دانه در مکان‌های مختلف

Table 4. Combined analysis of variance of grain yield per in experimental locations

منابع تعیيرات	درجه آزادی	ميانگين مربعات عملکرد دانه	منان
اشتاه ۱	۲	۱۱۳۰.۹/۵۸**	۱۱۳۰.۹/۵۸**
ژنتیپ ۲	۶	۱۴۶۳۴۵۱/۵۸**	۱۴۶۳۴۵۱/۵۸**
ژنتیپ × مکان ۳	۲۴	۱۳۹.۷۷۳/۳۵***	۱۳۹.۷۷۳/۳۵***
اشتاه ۴	۴۸	۹۷۷۲۴۴/۵۶**	۹۷۷۲۴۴/۵۶**
ضریب تعیيرات ۵	۱۲۴	۳۶۵۵۷۴/۶	۳۶۵۵۷۴/۶
		۱۲/۵۶	۱۲/۵۶

* و **: به ترتیب غير معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و يك درصد

ازبيابي قرار داده و ژنتیپ‌های 111 Giza و 21 Giza را به عنوان ارقام با عملکرد بالا و پایدار معرفی کردند. نمایش چندضلعی حاصل از تجزيه GGE باي پلات ۲۵ ژنتیپ در ۳ محیط در شکل ۱ نشان داده شده است. دو مولفه اصلي اول مدل رگرسیون مکانی، ۹۰ درصد از کل تعیيرات مشاهده شده (مجموع اثرات ژنتیپ و ژنتیپ × محیط) را توجيه نمودند. ژنتیپ‌های تشکيل دهنده رئوس چند ضلعی (G1, G9, G13, G14, G2, G18) بهترین و يا ضعیفترین عملکرد دانه را در برخی از محیط‌ها و يا همه محیط‌ها داشتند، چراکه آنها بيشترین فاصله از مرکز باي پلات را دارند. با توجه به خطوط عمودی بر هر ضلع چند ضلعی، محیط‌ها به دو و ژنتیپ‌ها به سه گروه تفکیک شدند. در اولین گروه محیطی (۲) منطقه از ۳ منطقه اجرای آزمایش) واقع شده‌اند و ژنتیپ‌های G2, G15 و G18 بيشترین عملکرد را در اين محیط‌ها داشتند. در دومین گروه محیطی (ساری) ژنتیپ G1 بيشترین عملکرد را داشت. ژنتیپ‌های G9, G13, G10, G12, G5 و G8 و صبا در هیچ يك از محیط‌ها برتر نبودند و

متوسط مربعات انحرافات يا انحراف از رگرسیون ميانگين ژنتیپ‌ها بر روی شاخص محیطي، سهم هر ژنتیپ و محیط را توضیح می‌دهد. بر اساس روش واریانس انحراف از خط رگرسیون، هرچه مقدار واریانس انحراف نزدیک به صفر يا حداقل باشد، ژنتیپ‌ها پایدارتر هستند، بنابراین ژنتیپ‌های G18, G9, G15 و G23 به ترتیب دارای کمترین میزان واریانس انحراف از خط رگرسیون بوده و بنابراین به عنوان ارقام پایدار شناسایي شدند. ژنتیپ‌های G11, G1, G21 و G22 دارای بيشترین میزان واریانس انحراف از خط رگرسیون بوده و به عنوان ارقام با پایداری پائين مشخص شدند. در کل ژنتیپ G18 بر اساس كليه پارامترهای پایداری مورد محاسبه دارای عملکرد بيشتر از ميانگين كل، اکوالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا پايپين تر، ضریب رگرسیون معادل يك و کمترین واریانس انحراف از خط رگرسیون بوده و می‌تواند به عنوان ژنتیپ پایدار انتخاب شود. مورسي و همكاران (۱۷) پایداری ۲۶ ژنتیپ سویا را در سه منطقه به مدت ۴ سال با استفاده از ضریب رگرسیون و واریانس پایداری شوکلا مورد

که از سازگاری عمومی خوبی برخوردار می‌باشد. نمودار GGE بای‌پلات محققان را قادر می‌سازد تا متوسط عملکرد و پایداری ژنتیپ‌های مورد آزمایش را به سهولت و سرعت مقایسه کنند (۹).

کمترین متوسط عملکرد را در تمامی محیط‌ها داشتند. همچنین ژنتیپ‌های واقع در نزدیکی مرکز بای‌پلات (G3)، G17 (G4) ضمن داشتن عملکردی متوسط، از کمترین برهمکنش ژنتیپ × محیط برخوردار بودند و می‌توان گفت

جدول ۵- میانگین عملکرد دانه و مقادیر برخی آماره‌های پایداری برای ژنتیپ‌های سویا در محیط‌های مختلف آزمایش

Table 5. Means of grain yield and values of some stability statistics for soybean genotypes in experimental locations

شماره لاین	میانگین عملکرد دانه	اکووالانس ریک (W _i ²)	واریانس شوکلا (σ _w ²)	ضریب رگرسیون (b _i)	واریانس احراف (S _{di} ²)
G1	۲۵۶۱/۶	۱۶۸۳۵۷۵	۹۰۰۸۲۳/۲	۱۱/۰	۱۹۷۴۴۳/۱
G2	۳۳۹۴/۴	۳۷۴۵۴۷	۲۰۰۱۲۹۸	-۳۳/۶۳	۱۸۳۴/۲
G3	۲۳۹۵/۵	۱۱۵۷۲۸	۴۸۷۳۲/۹	-۵/۱۷	۱۰۷/۴۱
G4	۲۶۱۲/۱	۹۹۸۱۲/۹	۴۰۰۸۳/۲	-۴/۵۴	۱۰۱۶/۶
G5	۲۳۷۹/۵	۱۳۱۹۵۶	۵۷۸۵۵۲/۷	۴/۲۱	۱۴۴۲۰/۷
G6	۲۶۰۸/۸	۸۲۱۱۷۸	۴۳۲۴۵۵/۵	۱۶/۲۵	۱۷۱۵۰/۳
G7	۲۷۶۶/۸	۲۱۴۸۰	۱۰۰۲۸۰	۹/۳۳	۷۷۲/۵
G8	۲۴۳۰/۴	۱۷۳۶۶۱	۸۰۰۲۱۷/۹	۲/۹۶	۲۳۱۴۵/۳
G9	۱۷۸۸/۲	۱۲۶۵۶۹۵	۶۷۳۷۱۴/۶	۲۱/۴۸	۲۱/۵
G10	۲۴۵۳/۹	۵۳۴۲۶۷/۷	۲۷۶۱۹۹/۹	۱۴/۲۹	۲۰۹/۹
G11	۲۷۲۶/۶	۵۸۸۵۷۵	۳۰۰۵۷۱۴/۸	۵/۵۸	۷۵۰۰۲۶/۵
G12	۲۴۸۷/۱	۱۰۰۱۵۵۴/۳	۴۱۰۰۲۹/۶	۶/۳۸	۲۰۰۵۸/۶
G13	۱۸۷۷/۳	۶۰۷۳۶۰/۷	۳۱۵۹۲۴/۴	۱۴/۶۷	۶۲۴۶/۴
G14	۲۴۳۷/۱	۱۶۲۵۱۰/۵	۷۴۱۵۷/۹	۱/۲۴	۲۳۱۹۰/۹
G15	۳۱۷۱/۳	۱۸۳۷۷۴	۹۸۴۴۶۴	-۲۳/۶۸	۲۲/۵
G16	۳۰۶۵/۵	۳۹۷۵۶۱/۶	۲۰۰۲۱۲۰	-۱۰/۱۴	۴۷۶/۸
G17	۲۶۴۹/۵	۳۰۰۸/۸	-۱۲۴۸۸	۰/۱۱	۹۹/۷
G18	۳۴۲۱/۰	۲۷۳۹۷۶/۹	۱۳۴۷۳۷	-۸/۵۳	۶/۹
G19	۲۹۰۵/۳	۴۸۸۷/۶	۱۳۳۹۷/۲	۴/۹۰	۲۶۷/۰
G20	۲۸۳۹/۱	۳۵۱۷۷۹/۱	۱۷۷۰۲۱/۳	۱۱/۶۲	۱۶۲۹/۹
G21	۲۵۶۴/۹	۶۸۷۵۸۱/۴	۳۵۹۵۲۲/۶	۸/۳۵	۷۴۹۷۰/۰
G22	۲۷۰۳/۶	۱۱۰۳۸۱۸	۵۸۵۷۳۸/۲	-۱۵/۲۶	۴۳۸۰۹/۹
G23	۲۹۸۳/۵	۲۸۸۸۶۳	۱۳۳۳۷۱/۲	-۸/۸	۶۴/۸
G24	۲۲۲۹/۷	۲۲۳۹۸۸/۷	۱۰۰۷۵۰	۷/۸۱	۱۲۰۰۴۴/۵
G25	۲۸۷۳/۳	۱۷۱۰۰۱/۴	۷۸۷۷۲/۵	-۵/۱۸	۷۹۴۹/۲
حداکثر	۳۴۲۱	۳۷۴۵۴۷	۲۰۰۲۱۲۹۸	۲۱/۴۸	۱۹۷۴۴۳/۱
حداقل	۱۷۸۸/۲	۳۰۰۸/۸	-۱۲۴۸۸/۶	-۳۳/۶۳	۶/۹۲

بیشتری دارند. هر چه ژنتیپ‌ها از این خط AEC فاصله بیشتری داشته باشند در برهمکنش نقش بیشتری داشته و پایداری کمتری خواهند داشت. بر این اساس ژنتیپ‌های G23، G22 و G17 جزو پایدارترین ژنتیپ‌ها محسوب می‌شوند. همچنین ژنتیپ‌های ژنتیپ‌های G16، G18 و امیر جزو ژنتیپ‌هایی با پایداری متوسط محسوب می‌شوند.

ژنتیپ‌های G1، G21، G2 و G6 ناپایدارترین ژنتیپ‌ها بودند. خط عمود بر این خط ژنتیپ‌ها را به دو گروه تقسیم می‌کند، گروه اول (سمت راست) ژنتیپ‌هایی که دارای میانگین عملکرد بالاتر از میانگین متوسط هستند و گروه دوم (سمت چپ) ژنتیپ‌هایی که دارای میانگین عملکرد پایین‌تر از میانگین متوسط هستند. بنابراین ژنتیپ G18 پایدارترین ژنتیپ با متوسط عملکرد بالاتر از میانگین انتخاب شد. بیلی و همکاران (۵) نیز در بررسی‌های خود با به کارگیری نمودار GGE بای‌پلات ژنتیپ کنجد-۱ Humera را به عنوان ژنتیپ با عملکرد بالاتر از میانگین و پایدار معرفی کردند.

هر چند که نتایج پارامترهای آماری با نتایج بای‌پلات تطابق صد در صدی نداشت و در بعضی موارد نتایج این دو قسمت عکس یکدیگر بودند. این مطلب توسط سایر محققین نیز اشاره شده است (۱۵ و ۱۶). عدم تفکیک اثر اصلی ژنتیپ و برهمکنش ژنتیپ × محیط در GGE بای‌پلات، دلیل

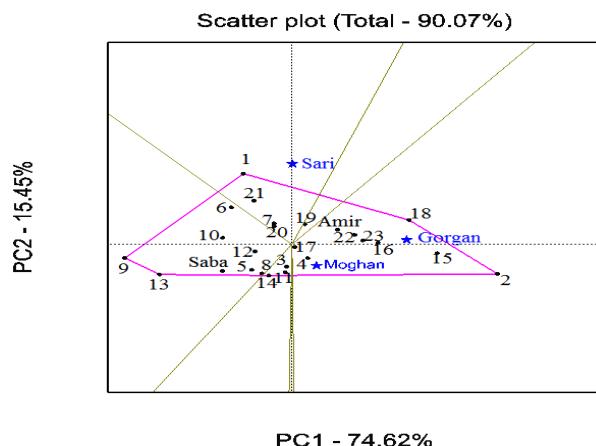
ژنتیپ ایده‌آل بایستی از بیشترین میانگین عملکرد در محیط‌های مورد مطالعه و پایدار نسبت به شرایط محیطی برخوردار باشد (۱۹). چنین ژنتیپی به عنوان ژنتیپی که دارای بیشترین طول بر روی بردار میانگین ژنتیپ‌های با عملکرد بالا و دارای حاصل نقش در برهمکنش ژنتیپ در محیط باشد، تعریف شده است. اگرچه چنین ژنتیپی در عمل وجود ندارد اما می‌تواند به صورت یک رفرنس برای ارزیابی ژنتیپ‌ها مورد استفاده قرار گیرد. ژنتیپی ایده‌آل است که به این رفرنس نزدیک‌تر باشد. بنابراین برای استفاده از ژنتیپ ایده‌آل به عنوان مرکز ارزیابی، دایره‌های هم مرکز در بای‌پلات به منظور تعیین گرافیکی فاصله بین ژنتیپ‌های مطالعه شده با ژنتیپ ایده‌آل ایجاد شده است (شکل ۲).

ارزیابی همزمان ژنتیپ‌ها بر اساس عملکرد و پایداری یکی از جنبه‌های مهم مدل GGE بای‌پلات است. شکل ۳ رتبه‌بندی ۲۵ ژنتیپ بر اساس عملکرد دانه و پایداری عملکرد در محیط‌های مختلف را نشان می‌دهد. خط دارای علامت فلش که از مرکز بای‌پلات و از نقطه ایده‌آل (که نماینده متوسط ضرایب دو مولفه اول برهمکنش در مدل GGE بای‌پلات است) می‌گذرد، خط متوسط عملکرد محیطی (AEC) نامیده می‌شود (۲۴). ژنتیپ‌هایی که به خط متوسط عملکرد محیطی نزدیک‌تر باشند دارای پایداری عملکرد

نتیجه‌گیری کلی

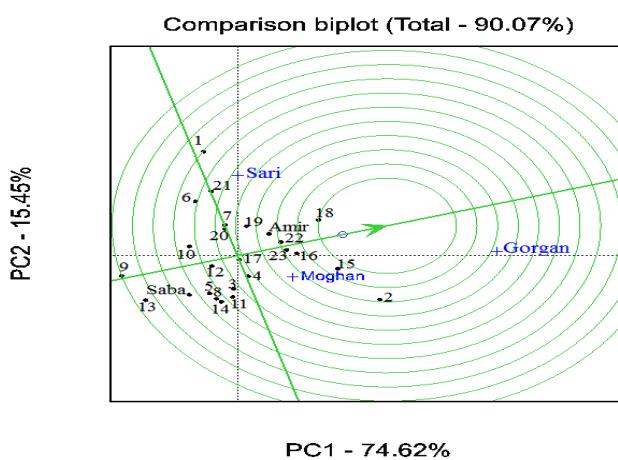
نتایج نشان داد که عملکرد دانه ژنوتیپ‌های سویا به میزان زیادی تحت تأثیر فاکتورهای محیطی قرار گرفتند و رفتار ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف، متفاوت بود. در روش انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس پارامترهای پایداری، ژنوتیپ G18 انتخاب گردید. ژنوتیپ‌های G16 و G23 نیز به ترتیب در رتبه بعدی قرار داشتند. به منظور تبیین بهتر الگوی اثرات متقابل ژنوتیپ با محیط از تجزیه GGE با پلاس استفاده گردید و دو مؤلفه اصلی اول تقریباً ۹۰ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند. نتایج تجزیه GGE با پلاس مشخص کرد که ژنوتیپ G18 (Sari × Charleston) پایدارترین ژنوتیپ با متوسط عملکرد بالاتر از میانگین ۳۴۲۱ کیلوگرم در هکتار (می‌باشد که این نتیجه دقیقاً در پارامترهای پایداری نیز مورد تایید قرار گرفت.

اصلی این عدم تطابق می‌باشد. بابایی و همکاران (۴) سازگاری و پایداری عملکرد دانه ۱۹ لاین امیدبخش سویا به همراه رقم شاهد ویلیامز را با استفاده از تجزیه GGE با پلاس در چهار منطقه کرج، گرگان، مغان و خرمآباد مورد بررسی قرار دادند. آنها نتیجه گرفتند که لاین L85-3059 با L12 (Chaleston × Mostang) با ۲۷۰۲ کیلوگرم در هکتار و لاین × Mostang با ۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد دانه و پایداری بودند. همچنین گرگان را به عنوان مطلوب‌ترین محیط از نظر قدرت تمایز بین ژنوتیپ‌های سویا و بهترین نماینده منطقه هدف معرفی کردند. کوچا تورک و همکاران (۱۵) سازگاری و پایداری عملکرد دانه ۱۴ ژنوتیپ سویا را در چهار منطقه ترکیه طی سه سال زراعی با استفاده از تجزیه GGE با پلاس مورد بررسی قرار داده و ژنوتیپ BAEM317 را از نظر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی مطلوب مانند ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف و طول دوره رسیدگی به عنوان ژنوتیپ پایدار انتخاب کردند.



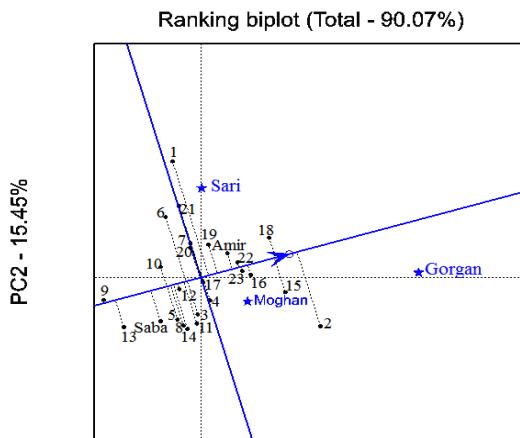
شکل ۱- نمای چند ضلعی GGE با پلاس عملکرد دانه ژنوتیپ‌های سویا در ۳ محیط ساری، گرگان و مغان، ۹۰ درصد از واریانس توسط مؤلفه‌های (۱۵/۴۵ درصد) PC1 و PC2 (۷۴/۶۲ درصد) تجزیه شد

Figure 1. GGE Biplot polygon based on the performance of soybean genotypes in 3 environments of Sari, Gorgan and Moghan, 90% of GGE variance was explained by PC1 (74.62%) and PC2 (15.45%) components



شکل ۲- نمودار GGE با پلاس بر اساس مقایسه بندی متمرکز شده روی ژنوتیپ‌ها برای مقایسه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده آل در ۳ محیط ساری، گرگان و مغان

Figure 2. GGE-biplot based on genotype-focused scaling for comparison of genotypes with the ideal genotype in 3 environments of Sari, Gorgan and Moghan



شکل ۳- نمای خط متوسط عملکرد محیطی بر اساس مقیاس بندی متغیر کر شده روى محیط‌ها برای میانگین عملکرد دانه و پایداری ژنتيپ‌های سویا در ۳ محیط ساري، گران و مغان

Figure 3. Average environment coordination (AEC) views of the GGE-biplot based on environment-focused scaling for the means performance and stability of soybean genotypes in 3 environments of Sari, Gorgan and Moghan

منابع

1. Anda, A., B. Simon, G. Soos, J.A. Teixeira da Silva, Z. Farkas and L. Menyhar. 2020. Assessment of soybean evapotranspiration and controlled water stress using traditional and converted evapotranspirometers. *Atmosphere*, doi: 10.3390/atmos11080830.
2. Arega, A., A. Dabessa, M. Tola and C. Dabala. 2018. Genotype and genotype by environment interaction and grain yield stability of medium maturity groups of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] varieties in western Oromia, Ethiopia. *African Journal of Plant Science*, 12(9): 227-237.
3. Babaei, H.R., N. Razmi, E. Hazarjaribi and M. Hashemijazi. 2020. Study on Adaptability and Grain Yield Stability of Soybean Genotypes [*Glycine Max* (L.) Merrill] Through AMMI & GGE Biplot Analysis. *Journal of Crop Breeding*, 12(35): 238-250 (In Persian).
4. Babaei, H.R., N. Razmi, S. Raeisi, and H. Sabzi. 2020. Evaluation of adaptability and seed yield stability of soybean (*Glycine max* L. Merrill) promising lines using GGE biplot analysis. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 22(2): 183-197 (In Persian).
5. Belay, F., H. Meresa and A. Gebreslasie. 2018. Evaluation of the performance of some white seeded sesame (*Sesamum Indicum* L.) genotypes using GGE biplot analysis in Northern Ethiopia. *Journal of Cereals and Oilseeds*, 9(1): 1-9.
6. Carneiro, A.K., A. Teodoro Bruzi, J.de Andrade Rezende Pereira and E. Vinicius Zambazzi. 2019. Stability analysis of pure lines and a multilane of soybean in different locations. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 19(4): 395-401.
7. Dadras, A.R., H. Samizadeh and H. Sabouri. 2017. Evaluation of soybean varieties and advanced lines yield under drought stress conditions using GGE biplot analysis. *Journal of Crop Breeding*, 9(23): 18-26 (In Persian).
8. Deresse, D., M. Malede, A. Amogne and G. Tefera. 2019. Genotype by environment interaction and yield stability studies on medium maturing soybean genotypes tested in northwest, southern and western parts of Ethiopia for two consecutive years (2016-2017) across five testing locations. *Acta Scientific Agriculture*, 3(9): 104-112.
9. Erdemci, I. 2018. Investigation of genotype \times environment interaction in chickpea genotypes using AMMI and GGE biplot analysis. *Turkish Journal of Field Crop*, 23(1): 20-26.
10. Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14(6): 742-754.
11. Freiria G.H., L.S. Gonçalves, F.F. Furlan, N.D.S. Junior, W.F. Lima and C.E.C. Prete. 2018. Statistical methods to study adaptability and stability in breeding lines of food-type soybeans. *Bragantia*, 77(2): 253-264.
12. Ghanbari, S., A. Nooshkam, B.A. Fakheri and N. Mahdinezhad. 2019. Relationship between yield and its Component in soybean genotypes (*Glycine Max* L.) using multivariate statistical methods. *Journal of Crop Breeding*, 11(1): 85-92 (In Persian).
13. Jorge, G.L., A.P.O. Nogueira, O.T. Hamawaki, B.Q.V. Machado, A.J.O. Santana, B.A.M. Borges, R.L. Hamawaki and C.D.L. Hamawaki. 2019. Line selection and correlation between traits of soybean genotypes under high naturally occurring stink bug infestation. *Genetics and Molecular Research*, 18 (1): gmr18182.

14. Karimizadeh, R., A. Asghari, R. Chinipardaz, O. Sofalian and A. Ghaffari. 2016. Application of GGE biplot analysis to evaluate grain yield stability of rainfed spring durum wheat genotypes and test locations by climatic factors in Iran. *Crop Breeding Journal*, 6(2): 41-49.
15. Kocaturk, M., P. Cubuku, A.T. Goksoy, M. Sincik, E. Ilke, A. Kadiroglu, Y. Vurarak and M. Sahin. 2019. GGE biplot analysis of genotype \times environment interaction in soybean grown as a second crop. *Turkish Journal of Field Crops*, 24(2): 145-154.
16. Li, M., Y. Liu, Ch. Wang, X. Yang, D. Li and X. Zhang. 2020. Identification of traits contributing to high and stable yields in different soybean varieties across three Chinese latitudes. *Frontiers in Plant Science*, Doi: org/10.3389/fpls.2019.01642.
17. Morsy, A.R., W.M. Fares, S.B. Ragheb, and M.A. Ibrahim. 2015. Stability analysis of some soybean genotypes using a simplified statistical model. *Journal Plant Production*, 6(12): 1975-1990.
18. Mwiinga, B., J. Sibya, A. Kondwakwenda, C. Musvosvi and G. Chigeza, 2018 .Genotype \times environment interaction analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) grain yield across production environments in Southern Africa. *Field Crops Research*, doi:org/10.1016/j.fcr.2020.107922.
19. Razmi,N., V. Rameeh, E. Hezarjeribi and A. Kalantar Ahmad.2021. nvestigation of Grain Yield, Number of Pods and PlantHeight of New Soybean Linesin Sari, Gorgan, Moghan and Dezful Regions. *Journal of Crop Breeding*. 12(36): 21-29 (In Persian).
20. Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, 29(2): 237-245.
21. Wricke, G. 1962. Über eine methode zur refassung der okologischen streubrette in feldversuchen. *Flazenzuecht*, 47: 92-96.
22. Wu, Y., J. Sun, G. Cao, L., Han, Y.P., Zhao, X., Q. Wang. 2015. Protein content stability analysis in soybean through GGE Biplot. *Soybean Science*, 34: 172-174. Doi: 10.18805/ir.v0i084.
23. Yamaguchi, N., Y. Tsuji, H. Suzuki, T. Kitabatake and T. Yoshihira. 2019. Evaluation of high-yielding Canadian soybean cultivars suited to Japanese growing conditions. *Agrosystems, Geosciences and Environment*. Doi:10.2134/age2018.12.0061.
24. Yan, W. and J. Frégeau-Reid. 2018. Genotype by yield \times trait (GYT) biplot: a Novel Approach for genotype selection based on multiple traits. *Scientific Reports*, Doi: 10.1038/s41598-018-266.
25. Yahaya, S.U. and E. Ankrumah. 2017. Character association and path coefficient analysis for yield components and grain yield in soybean [*Glycine max* (L) Merill]. *Legume Research*, 40: 630-634. doi: 10.1002/9781118688571.

Yield Evaluation of Soybean Genotypes across Diverse Environments by Statistical Parameters and GGE biplot

Nasrin Razmi¹, Bahram Masuodi², Ebrahim hezarjaribi³, Seyed Abbas Andarkhor⁴, Abolfazl Faraji⁵ and Shahriyar Kia⁶

1- Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Sciences Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Parsabad, Iran, (Corresponding Author: n.razmi@areeo.ac.ir)

2- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3- Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Sciences Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

4- Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Sciences Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran

5- Scientific Member, Field and Horticultural Crops Sciences Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

6- Assistant Professor, Field and Horticultural Crops Sciences Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

Received: 17 July, 2021 Accepted: 23 August, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: The compatibility of soybean genotypes in different climates depends on environmental factors, especially the photoperiod. Genotype and genotype by environment ($G \times E$) interaction refers to the difference in the response of genotypes to different environment. Assessing the interaction of genotype \times environment improve breeding efficiency programs for wide adaptation and for high seed yield stability.

Materials and Methods: 23 soybean genotypes with two checks (Saba and Amir) were evaluated in a completely randomized block design with three replications in three regions (Gorgan, Sari and Moghan) during 2018-2019. Analysis of variance of seed yield was performed separately for each region and combined analysis for all regions. Univariate linear regression, deviation of regression coefficient, Shukla's stability variance and Wricke's ecovalence were used to evaluate the seed yield stability of these genotypes. GGE biplot analysis was used to understand the interaction between genotype and the environment.

Results: The partitioning of (environment + genotype \times environment) mean squares showed that environments differed significantly and were quite diverse with regards to their effects on the performance of genotypes. Genotype \times environment interaction was also analyzed by GGE biplot. Based on stability parameters and GGE biplot analysis, G18 had higher seed yield, lower Wricke's ecovalence and Shukla's stability variance values. Also, the regression coefficient was equal to one and deviation from regression was minimal in G18. Genotypes G16 and G23 were subsequent stable and high yielding. These results were also confirmed by GGE biplot analysis. The simultaneous studying of the effects of genotype and genotype \times environment interactions by average tester coordinate (AEC) view of biplot illustrated that G22, G23, G17 are more stable to the tested environments than the other genotypes. G18 and G16 and Amir cultivar are considered as moderate stability. The vector view of GGE biplot indicated Environments were separated into two group groups and genotypes into three groups. G2, G15 and G18 genotypes had the highest seed yield in the first environmental group (Moghan and Gorgan) and G1 genotype had the highest seed yield in Sari region. G9, G13, G10, and G8 genotypes had the lowest average yield in all environments

Conclusion: Genotype G18 (Charleston \times Sari) with 3421 Kg.ha^{-1} seed yield was desirable and stable across the environments and could be suggested in future breeding programs.

Keywords: Genotype-environment interaction, Stability parameters, Stable genotypes