

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو

بهروز واعظی^{۱*}، رحمت اله محمدی^۲، اصغر مهربان^۲، طهماسب حسین پور^۲ و نرگس رحمانی مقدم^۳

^۱. عضو هیات علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران (نویسنده مسئول)

(تلفن تماس: ۰۹۱۷۱۴۹۸۰۱۱)

^۲- اعضاء هیات علمی و محققین ایستگاه های تحقیقاتی گنبد، مغان و لرستان

^۳- کارشناس آفات و بیماریهای گیاهی

Email: Bvaezi2009@gmail.com

چکیده

اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای دانشمندان علوم ژنتیک، اصلاح نباتات و اصلاح دام از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. آگاهی از اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به اصلاح گران نبات موجب افزایش دقت ارزیابی ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌گردد. بررسی حاضر بر روی ۲۰ رقم ولاین پیشرفته جو بهاره معمولی (به همراه ارقام خرم و ماهور به عنوان شاهد) به مدت ۳ سال در ایستگاه‌های گچساران، مغان، گنبد و لرستان در قالب طرح بلوک‌های تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. هر ژنوتیپ در هر کرت در ۶ خط به طول ۷/۰۳ متر و ۱۷/۵ سانتی متر فاصله ردیف از همدیگر توسط دستگاه بذرکار غلات کشت گردید. یادداشت برداری از صفات مهم زراعی و مورفوفیزیولوژیکی در طول فصل رشد انجام و تجزیه مرکب برای سال‌ها و مناطق بر روی عملکرد دانه انجام گردید. تجزیه پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها به روش‌های پارامتری و چند متغیره انجام گردید. نتایج تجزیه واریانس مرکب سال‌ها و مناطق مختلف به روش مدل‌های خطی کلی GLM و مدل‌های مختلط برای عملکرد دانه نشان داد که تمام اثرات از جمله اثر محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال کمتر از ۱٪ معنی دارند. دامنه عملکرد دانه از ۳/۵۳۶ تن در هکتار برای ژنوتیپ ۷ تا ۴/۱۴۸ تن در هکتار برای ژنوتیپ شماره ۳ به ترتیب با مزیت نسبی ۸۷/۶٪ و ۱۰۲/۶٪ نسبت به متوسط ارقام شاهد ماهور و خرم در نوسان بود. بررسی پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو به روش پارامتری نشان داد که ژنوتیپ‌های ۱۷ و ۹ از جمله ژنوتیپ‌های پایدار بودند. نتایج تجزیه تحلیل به روش رگرسیون مکانی (SREG- GGE) و مدل اثرات افزایشی و ضرب پذیر (AMMI) نشان داد که دو روش مورد نظر به ترتیب ۴۷/۷٪ و ۸۵/۶٪ از تنوع را توجیه کردند که شاید بر اساس نتایج این مطالعه روش امی از کارآیی بالایی برخوردار بودند. نتایج تحلیل گرافیکی روش GGE نشان داد که محیط‌های مختلف و ژنوتیپ‌های جو به ترتیب در ۳ و ۴ گروه طبقه بندی شدند که به نوعی روایت از اثر متقابل ژنوتیپ* محیط نسبی داشت (در یکی از گروه‌های حاوی برخی ژنوتیپ‌ها، هیچ محیطی وجود نداشت). رتبه بندی ژنوتیپ‌های جو به روش رگرسیون مکانی نشان داد ژنوتیپ‌های ۱، ۱۸ و ۳ از جمله ژنوتیپ‌های پایدار و با عملکرد دانه بالا بودند.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، پایداری عملکرد و ژنوتیپ‌های جو

مقدمه

هدفمند کردن گزینش ارقام در محیط‌های رشد محصولات مختلف به ویژه غلات، اولین گام در هر برنامه به‌نژادی است. برای همین منظور، برنامه‌های اصلاحی معمولاً بر ارزیابی سودمندی ژنتیکی ژنوتیپ‌ها در مناطق و سال‌های مختلف به‌ویژه در مراحل نهایی گزینش ارقام استوار می‌باشند. در چنین آزمایشات چند محیطی، اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط اجتناب ناپذیر است (شکارلی و همکاران، ۲۰۰۶). محققین عقیده دارند که عوامل زیستی و غیرزیستی بیشترین سهم را در اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط و ناپایداری عملکرد گیاهان دارند. معهذ، این عوامل شناخته شده بخش عمده این اثر متقابل و نه تمام اثر متقابل در آزمایشات چند محیطی را توجیه می‌نمایند (فریرا و همکاران، ۲۰۰۶). دانشمندان به‌نژادی آزمایشات چند محیطی را در ابتدا جهت شناسایی ژنوتیپ‌های برتر برای محیط هدف و سپس برای تعیین اینکه آیا محیط هدف قابل تقسیم به چندین محیط بزرگ است یا نه، اجرا می‌نمایند (یان و کنگ، ۲۰۰۳). تعیین ارقام متناسب با هر محیط، زمانی که اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط وجود دارد، مشکل است؛ زیرا عملکرد کمتر قابل پیش‌بینی است و نمی‌توان تنها براساس میانگین‌های ژنوتیپ و خطا، نتایج را تفسیر نمود (ابدون و گاوج، ۲۰۰۲). عملکرد هر ژنوتیپ در هر محیط آزمایشی، اندازه اثر اصلی یک محیط، اثر اصلی یک ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط است (یان و کنگ، ۲۰۰۳). آگاهی از اثر متقابل ژنوتیپ \times محیط به اصلاح‌گران نبات کمک می‌کند تا در ارزیابی ژنوتیپ‌ها، با دقت بیشتری عمل کرده و بهترین ژنوتیپ‌ها را انتخاب کنند (رائو و پرابهاکاران، ۲۰۰۰). پایداری عملکرد دانه از گزینش برای بهبود عملکرد دشوار تر می‌باشد، چراکه ارزیابی پایداری نیازمند سالها و مناطق متعددی است (تستر و لنگریچ، ۲۰۱۰).

روش‌های مختلفی برای شناسایی میزان سازگاری و پایداری ژنوتیپ‌ها پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به واریانس پایداری (شوکلا، ۱۹۷۲) روش اکووالانس ریک ریک (۱۹۶۲)، ضریب رگرسیون (فینلی و ویلکینسون، ۱۹۶۳)،

روش ضریب رگرسیون (پرکینز و جینکز، ۱۹۶۸)، انحراف از خط رگرسیونی (ابرهارت و راسل، ۱۹۶۶)، روش میانگین مربعات درون مکانی لین و بینز (تیپ‌های چهارگانه مختلف پایداری) (لین و همکاران، ۱۹۸۶)، آماره‌های ناپارامتری نصار و هان سال ۱۹۸۷ و مدل‌های بای پلات (یان، ۲۰۰۱ و گواش و زوبل، ۱۹۹۷) که بر مبنای تجزیه به مولفه‌های اصلی می‌باشند، اشاره نمود. این روشها به گروه تک متغیره و چند متغیره تقسیم می‌گردد (لین و همکاران، ۱۹۸۶) از روش‌های تک متغیره روش رگرسیون توام به دلیل سادگی محاسبه و تفسیر آسان، روش متداول می‌باشد. از میان روش‌های چند متغیره می‌توان به روش بای پلات که بر مبنای تجزیه به مولفه‌های اصلی است (گابریل، ۱۹۷۱) اشاره نمود که در این روش اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به طور همزمان در یک شکل که بای پلات نام دارد، نمایش داده می‌شود. نسخه‌های متنوعی از بای پلات بر اساس روش‌های آماری چند متغیره معرفی و از آنها به صورت گسترده توسط اصلا حگران نباتات به منظور تجزیه گرافیکی اثر متقابل $G \times E$ استفاده شده است (یان و تینکر، ۲۰۰۶ و یان و تینکر، ۲۰۰۵). GGE بای پلات که به طور همزمان اثرات ژنوتیپ و اثر متقابل $G \times E$ را بررسی می‌کند بصورت گرافیکی میتواند به سوالات زیادی در مورد ژنوتیپ‌ها و محیط‌های آزمایشی پاسخ دهد (یان و کانگ، ۲۰۰۳). با این روش میتوان ژنوتیپ‌ها را بر اساس عملکرد در محیط‌های جداگانه، تمام محیط‌ها، ترکیب پایداری و عملکرد، سازگاری خصوصی و سازگاری عمومی ارزیابی نمود. همچنین میتوان همزمان محیطها را به طور گرافیکی ارزیابی نموده بر اساس توانایی در تمییز بین ژنوتیپ‌ها و میزان نمایندگی برای سایر محیط‌ها آنها را گروهبندی نمود (یان و تینکر، ۲۰۰۵). هدف از این بررسی مطالعه اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط و پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های جو به روش پارامتری، ناپارامتری، تجزیه امی و GGE بای پلات انجام گردید.

مواد و روش ها

این بررسی شامل ۲۰ لاین پیشرفته جو بود که به مدت سه سال زراعی در ایستگاه‌های گچساران، مغان، لرستان و گنبد در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. هر ژنوتیپ در ۶ خط ۷ متری و به فاصله ۱۷/۵ سانتی‌متر از همدیگر توسط دستگاه بذرکار آزمایشات کشت گردید. در طی دوره رشد و نمو یادداشت‌برداری از صفات مهم زراعی و مورفوفیزیولوژیکی انجام گردید. تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزارهای SAS ۹.۱، Genstat و GGbiplot انجام گردید. در نهایت ثبات عملکرد دانه لاین‌های جو از طریق پارامترهای پایداری تک متغیره و روش‌های چند متغیره آزمون گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب سال‌ها و مناطق مختلف برای عملکرد دانه نشان داد که تمام اثرات از جمله اثر محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال کمتر از ۱٪ معنی‌دارند (جدول ۱). میزان اثرات اصلی برای محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل به ترتیب ۶۴/۶۲٪، ۲/۳۱ و ۱۰/۹۲ از کل مجموع مربعات بود که بزرگی اثر محیط نشانگر متفاوت بودن محیط‌ها بوده و باعث ایجاد اثر متقابل معنی‌دار و ایجاد تنوع در عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها شده است. بزرگی اثر متقابل $G \times E$ (حدود ۴/۷ برابر) نسبت به ژنوتیپ‌ها حاکی از وجود احتمالی مگا محیط‌ها با ژنوتیپ‌های مختلف که حداکثر عملکرد در آن مگا محیط‌ها دارند، می‌باشد (یان و گانگ، ۲۰۰۳). تاثیر اندک ژنوتیپ در توجیه تنوع وجود احتمالا "به این دلیل میباشد که در سالهای گذشته در برنامه اصلاحی جو ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ عملکرد انتخاب شده و با ورود آنها در آزمایشات سازگاری و پایداری عملکرد، نسبت به محیط و اثر متقابل $G \times E$ نقش کمتری در توجیه تنوع موجود ایفا نموده اند که با سایر نتایج تطابق دارد (روز و همکاران، ۲۰۰۸، فان و همکاران، ۲۰۰۷ و یان، ۲۰۰۱). دامنه عملکرد دانه از ۳/۵۳۶ تن در هکتار برای ژنوتیپ ۷ تا ۴/۱۴۸ تن در هکتار برای ژنوتیپ شماره ۳ به ترتیب با مزیت نسبی ۸۷/۶٪ و ۱۰۲/۶٪ نسبت به

متوسط ارقام شاهد مهور و خرم در نوسان بود. در ضمن ژنوتیپ شماره ۱۷ و رقم مهور به ترتیب با عملکرد دانه رتبه های

دوم تا سوم را به خود اختصاص دادند (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه در سال و مکان های مختلف با مقایسه روش مدل های خطی معمولی (glm) و مختلط (mix model)

سهم %تجمعی	سهم از تنوع کل%	مدل های خطی کلی - Mix model		مدل های خطی کلی - glm		منابع تغییر درجه آزادی	مدل	
		امید ریاضی خطای اثرات	آماره F	درجه آزادی خطا	امید ریاضی اثرات			آماره F
۶۴/۶۲	۶۴/۶۲	MS(rep(env)) + MS(env*var) - MS(Error) = ۱/۵۸۲۷۹۷	۴۶/۰۷**	۵۳/۳۶	Var(Error) + ε Var(env*var) + ۲۰	۳/۷۹**	۱۱	محیط
۶۸/۲۹	۳/۶۸	MS(Error) = ۰/۳۳۵۴	۳/۷۹**	۶۸۴	Var(rep(env)) + ۸۰ Var(env) Var(Error) + ۲۰	۴/۴۹**	۳۶	تکرار / محیط
۷۰/۶۰	۲/۳۱	MS(env*var) = ۰/۶۴۸۵۸۵	۲/۳۲**	۲۰۹	Var(rep(env)) Var(Error) + ε	۱/۹۳**	۱۹	ژنوتیپ
۸۱/۵۲	۱۰/۹۲	MS(Error) = ۰/۳۳۵۴	۱/۹۳**	۶۸۴	Var(env*var) + Q(var) Var(Error) + ε Var(env*var)	۲۱۷/۴۴**	۲۰۹	ژنوتیپ × محیط
۱۰۰	خطا= ۱۸/۴۸	LSD۱%	LSD۵%	خطا	ضریب تغییرات	ضریب تبیین	متوسط	
		۰/۳۰۵۳	۰/۲۳۲۱	۰/۳۳۵۴	۱۵/۱۵	۰/۸۲	۳/۸۲۳	

تجزیه تحلیل مدل های افزایشی و ضرب پذیر (AMMI) برای عملکرد دانه

نتایج تجزیه امی نشان داد که اثرات مدل، ژنوتیپ، محیط، بلوک و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در سطح احتمال کمتر

از ۱٪ معنی دارند. تجزیه اثرات ضرب پذیر مدل نشان داد که کل اثر متقابل ژنوتیپ × محیط توسط ۴ مولفه اصلی توجیه گردید

که تمام مولفه ها در سطح احتمال کمتر از ۱٪ معنی دار بودند. درصد سهم هر کدام از مولفه های اصلی از تنوع کل به ترتیب

۰/۴۳/۲۸، ۱۶/۲۸، ۰/۹/۳۴، ۸/۶۸ و ۷/۶۸٪ بود که سهم تجمعی کل مولفه های اصلی از تنوع کل در حدود ۸۵/۲۶٪ محاسبه

گردید و تنها ۱۴/۷۴٪ از تنوع کل توسط مدل توجیه نگردید که در منبع باقی مانده قرار گرفت (جدول ۲). تجزیه امی به عنوان

یکی از ابزارهای قدرتمند در تشخیص الگوهای G×E به شمار می رود (گابریل، ۱۹۷۱ و گواش و زویل، ۱۹۹۷)/

جدول ۲. نتایج تجزیه امی برای صفت عملکرد دانه

		احتمال معنی داری	مقدار F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
تجمعی تنوع	درصد سهم			۱/۲۹۵	۱۲۴۱/۵	۹۵۹	کل
توجیه شده	هر مولفه	**	۱۲/۰۶	۴/۰۴۳	۹۶۶/۴	۲۳۹	مدل
توسط هر	اصلی از تنوع	**	۴/۴۹	۱/۵۰۷	۲۸/۶	۱۹	ژنوتیپ
	کل	**	۵۷/۴۳	۷۲/۹۲۵	۸۰۲/۲	۱۱	محیط
	مولفه	**	۳/۷۹	۱/۲۷	۴۵/۷	۳۶	بلوک
		**	۱/۹۳	۰/۶۴۹	۱۳۵/۶	۲۰۹	اثر متقابل
۲۹/۰۶	۲۹/۰۶	**	۴/۰۵	۱/۳۶	۳۹/۴	۲۹	مولفه اول
۴۸/۰۱	۱۸/۹۵	**	۲/۸۴	۰/۹۵۳	۲۵/۷	۲۷	مولفه دوم
۶۲/۰۹	۱۴/۰۹	**	۲/۲۷	۰/۷۶۲	۱۹/۱	۲۵	مولفه سوم
۷۱/۹۸	۹/۸۸	*	۱/۷۴	۰/۵۸۲	۱۳/۴	۲۳	مولفه چهارم
	۲۹/۹۴	ns	۱/۰۸	۰/۳۶۱	۳۷/۹	۱۰۵	باقی مانده
				۰/۳۳۵	۲۲۹/۴	۶۸۴	خطا

تجزیه پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های جو

نتایج تجزیه پایداری در جدول ۳ ارائه شده است. در این جدول از نظر ضریب تبیین، ژنوتیپ‌های ۲، ۱۶، ۴ و ۳ با

مقادیر ۹۶۲،۰، ۹۵۰،۰، ۹۴۶،۰ و ۹۴۰،۰ به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معین گردید. ضریب تشخیص کفایت مدل برای تفسیر

تغییرات عملکرد ژنوتیپ را از محیطی به محیطی دیگر نشان می دهد (پینتوس، ۱۹۷۳). از نظر ضریب تغییرات محیطی،

ژنوتیپ‌های ۱۷، ۳، ۱۳ و ۱ به ترتیب با ۸،۲۱، ۵،۲۲، ۵،۲۲ و ۹،۲۳ درصد به عنوان ژنوتیپ پایدار مشخص گردید. با مقایسه

مقادیر β در روش پرکینز و جینکز، ژنوتیپ ۹ به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند که حداقل اثر متقابل ژنوتیپ ×

محیط را داشتند (۰،۰۹) یک ژنوتیپ با $\beta_i > 0$ شدیداً به محیط حساس خواهد بود و چنین ژنوتیپی بخاطر نوسان عملکرد

زیاد در محیط‌های مختلف مطلوب نیست و برای محیط‌های مساعد و مطلوب کارآمد خواهد بود (ژنوتیپ‌های ۶، ۱۰، ۱۶ و ۱۸) و برای کشت در این محیط‌ها توصیه می‌شود و بالاخره یک ژنوتیپ با $\beta_i < 0$. برای محیط‌های نامساعد مطلوب خواهد بود چون عملکردش در محیط‌های مختلف تقریباً ثابت است (ژنوتیپ‌های ۴، ۷، ۱۳ و ۱۷) بخصوص برای حالتی که $\beta = -1$ است (پرکینز و جینکز، ۱۹۶۸). تفاوت انحراف از رگرسیون وارسته‌ها با استفاده از آزمون F بررسی گردید و نتایج نشان از عدم انطباق پاسخ ژنوتیپ‌ها به تغییرات محیطی بر یک مدل خطی داشت. انتخاب براساس انحراف از رگرسیون منجر به انتخاب ژنوتیپ‌ها با پایداری استاتیک خواهد شد. عدم همبستگی این پارامتر با عملکرد دانه در محصولات مختلف توسط محققین مختلفی گزارش شده است (لین و همکاران، ۱۹۸۶، بیکر و لئون، ۱۹۸۸ و محمدی و همکاران، ۲۰۱۰). از طرفی عدم معنی‌داری ضرایب رگرسیون با فرض مساوی یک، به این معنی است که کلیه ژنوتیپ‌ها دارای سازگاری و پایداری عمومی و متوسطی می‌باشند. واکنش به محیط خطی عملکرد دانه براساس شاخص‌های محیطی، نشان داد که ژنوتیپ شماره ۱۷ در وضعیت بهتری در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف دارند. در نهایت با جمع‌بندی نتایج به دست آمده و ملاحظه عملکرد دانه، ژنوتیپ‌های ۱۷ و ۹ به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی می‌گردند (جداول ۴ و ۵).

جدول ۳. پارامترهای پایداری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های پیشرفته جو

ژنوتیپ	عملکرد دانه	انحراف استاندارد	ضریب تغییرات	ضریب ضریب ریک	ضریب شکوکلا	ضریب رگرسیون	پرکینز و چینکز	عرض از مبدا	ضریب تبیین	پلاستد و پترسون	پلاستد	شاخص محیطی	متوسط محیطی
۱	۴/۰۹۳	۰/۹۵۶	۲۳/۹	۰/۸۳۷	۰/۰۷۶	۰/۹۸۳	-۰/۰۱۷	۰/۳۳۷۲	۰/۹۲۰۷	۰/۱۲۱۱	۰/۱۶۶۷	-۰/۵۱۹۵	۳/۳۰۲
۲	۳/۹۷۹	۱/۲۲۶	۲۷/۸	۰/۶۹۰	۰/۰۶۱	۱/۱۳۸	۰/۱۳۸	-۰/۳۷۰۲	۰/۹۶۲۹	۰/۱۱۴۱	۰/۱۶۷۵	۱/۲۳۴۸	۵/۰۵۷
۳	۴/۱۴۸	۰/۸۶۹	۲۲/۵	۰/۵۹۴	۰/۰۵۱	۰/۹۴۷	-۰/۰۵۳	۰/۵۲۹۲	۰/۹۴۰۸	۰/۱۰۹۵	۰/۱۶۸۰	-۰/۴۰۴۷	۳/۴۱۷
۴	۳/۵۸۴	۰/۷۵۳	۲۴/۲	۱/۰۴۴	۰/۰۹۶	۰/۸۶۱	-۰/۱۳۹	۰/۲۹۲۷	۰/۸۹۷۴	۰/۱۳۱۰	۰/۱۶۵۶	۰/۳۰۲۵	۴/۱۲۴
۵	۳/۸۹۹	۱/۱۸۲	۲۷/۹	۱/۶۴۰	۰/۱۵۷	۱/۰۶۷	۰/۰۶۷	-۰/۱۷۷۱	۰/۸۷۷۳	۰/۱۵۹۵	۰/۱۶۲۴	۰/۳۵۴۲	۴/۱۷۶
۶	۳/۶۶۷	۱/۴۳۶	۳۲/۷	۲/۶۳۳	۰/۲۵۷	۱/۱۵۶	۰/۱۵۶	-۰/۷۵۱۹	۰/۸۴۸۸	۰/۲۰۷۰	۰/۱۵۷۲	۰/۹۳۰۷	۴/۷۵۳
۷	۳/۵۳۶	۰/۷۹۶	۲۵/۲	۲/۱۴۹	۰/۲۰۸	۰/۸۲۹	-۰/۱۷۱	۰/۳۶۶۶	۰/۷۸۷۸	۰/۱۸۳۹	۰/۱۵۹۷	-۰/۹۹۴۳	۲/۸۲۸
۸	۳/۷۸۶	۰/۹۶۷	۲۶/۰	۲/۲۹۵	۰/۲۲۳	۰/۹۱۶	-۰/۰۸۴	۰/۲۸۴۹	۰/۷۹۰۹	۰/۱۹۰۹	۰/۱۵۸۹	۰/۳۶۰۰	۴/۱۸۲
۹	۳/۶۲۸	۱/۱۶۶	۲۹/۸	۲/۶۰۷	۰/۲۵۴	۱/۰۰۹	۱/۰۰۹	-۰/۲۳۰۱	۰/۷۹۶۸	۰/۲۰۵۸	۰/۱۵۷۳	-۰/۰۷۶۳	۳/۷۴۶
۱۰	۳/۷۴۱	۱/۸۰۷	۳۵/۹	۴/۹۱۵	۰/۴۸۷	۱/۲۴۶	۱/۲۴۶	۰/۲۴۶	۰/۷۸۳۴	۰/۳۱۶۲	۰/۱۴۵۰	۱/۴۲۷۵	۵/۲۴۹
۱۱	۳/۸۱۰	۱/۱۱۴	۲۷/۷	۱/۰۶۱	۰/۰۹۸	۱/۰۵۸	۱/۰۵۸	-۰/۲۳۴۰	۰/۹۱۶۲	۰/۱۳۱۸	۰/۱۶۵۵	-۱/۷۵۷۵	۲/۰۶۴
۱۲	۳/۶۱۴	۱/۰۷۷	۲۸/۷	۱/۲۹۵	۰/۱۲۲	۱/۰۲۶	۱/۰۲۶	-۰/۳۰۸۶	۰/۸۹۱۳	۰/۱۴۳۰	۰/۱۶۴۳	-۰/۸۵۷۴	۲/۹۶۵
۱۳	۳/۷۶۲	۰/۷۱۷	۲۲/۵	۲/۰۱۲	۰/۱۹۴	۰/۷۹۳	-۰/۲۰۷	۰/۷۳۱۶	۰/۷۹۹۴	۰/۱۷۷۳	۰/۱۶۰۵		
۱۴	۳/۷۹۵	۰/۸۳۸	۲۴/۱	۰/۵۳۹	۰/۰۴۵	۰/۹۳۳	-۰/۰۶۷	۰/۲۲۹۹	۰/۹۴۶۴	۰/۱۰۶۹	۰/۱۶۸۳		
۱۵	۳/۷۵۱	۱/۰۳۷	۲۷/۱	۰/۸۸۱	۰/۰۸۰	۱/۰۲۵	۱/۰۲۵	-۰/۱۶۶۱	۰/۹۲۳۳	۰/۱۲۳۲	۰/۱۶۶۵		
۱۶	۳/۸۸۷	۱/۱۷۸	۲۷/۹	۰/۷۵۵	۰/۰۶۷	۱/۱۰۹	۱/۱۰۹	-۰/۳۵۰۸	۰/۹۵۰۹	۰/۱۱۷۲	۰/۱۶۷۱		
۱۷	۴/۱۱۹	۰/۸۰۳	۲۱/۸	۳/۱۵۶	۰/۳۱۰	۰/۷۸۳	-۰/۲۱۷	۱/۱۲۶۰	۰/۶۹۶۱	۰/۲۳۲۱	۰/۱۵۴۴		
۱۸	۴/۰۰۱	۱/۲۴۱	۲۷/۸	۱/۳۶۵	۰/۱۲۹	۱/۱۱۳	۱/۱۱۳	-۰/۲۵۲۵	۰/۹۰۹۴	۰/۱۴۶۴	۰/۱۶۳۹		
۱۹	۳/۸۰۵	۰/۹۴۴	۲۵/۵	۱/۳۱۲	۰/۱۲۴	۰/۹۵۳	-۰/۰۴۷	۰/۱۶۴۰	۰/۸۷۵۹	۰/۱۴۳۸	۰/۱۶۴۲		
۲۰	۳/۸۳۷	۱/۲۰۵	۲۸/۶	۲/۱۰۹	۰/۲۰۴	۱/۰۵۶	۱/۰۵۶	-۰/۱۹۸۴	۰/۸۴۳۳	۰/۱۸۲۰	۰/۱۵۹۹		

جدول ۴. تجزیه واریانس پایداری لاین‌های جو به روش ابرهارت راسل.

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	(MS _r). (MS _i)	S'e.r	S'di	Sig(S'di)	Sb
جمع	۲۳۹	۲۴۱/۵۸۹						
لاین	۱۹	۷/۱۵۸	۰/۳۷۶۷ ^{ns}					
محیط	۱۱	۲۰۰/۵۴۴	۱۸/۲۳ ^{**}					
ژنوتیپ * محیط	۲۰۹	۴۳۴/۹۷۶	۱/۱۲۲ ^{**}					
محیط (ژنوتیپ * محیط)	۲۲۰	۲۳۴/۴۳۲	۲۳۵/۳۴۳ ^{**}					
محیط (خطی)	۱	۱/۰	۱/۰					
محیط * لاین (خطی)	۱۹	۲۰۲/۵۱۵	۱۰/۶۵۹ ^{**}	(MS _r). (MS _i)				
مجموع انحرافات	۲۰۰	۳۰/۹۱۷	۰/۱۵۴	(MS _i)				
Dev (G ₁)	۱۰	۱۰/۵۱۷	۱/۰۵۱۷۲۴		-/۰.۸۴	۰/۹۶۸	۱۲/۵۴ ^{**}	۰/۰.۵۳ ^{ns}
Dev (G ₂)	۱۰	۱۳/۴۸۱	۱/۳۴۸۱۳۱		-/۰.۸۴	۱/۲۶۴	۱۶/۰.۸ ^{**}	۰/۳۷۶ ^{ns}
Dev (G ₃)	۱۰	۹/۵۵۶	-/۹۵۵۶۰۲		-/۰.۸۴	۰/۸۷۲	۱۱/۳۹ ^{**}	۰/۱۷۲ ^{ns}
Dev (G ₄)	۱۰	۸/۲۸۴	-/۸۲۸		-/۰.۸۴	۰/۷۴۴	۹/۸۸ ^{**}	۰/۴۸۴ ^{ns}
Dev (G ₅)	۱۰	۱۳/۰۰۴	۱/۳۰۰		-/۰.۸۴	۱/۲۱۶	۱۵/۵۱ ^{**}	۰/۱۸۵ ^{ns}
Dev (G ₆)	۱۰	۱۵/۷۹۱	۱/۵۷۹		-/۰.۸۴	۱/۴۹۵	۱۸/۸۳ ^{**}	۰/۳۹۳ ^{ns}
Dev (G ₇)	۱۰	۸/۷۵۲	-/۸۷۵		-/۰.۸۴	۰/۷۹۱	۱۰/۴۴ ^{**}	۰/۵۷۸ ^{ns}
Dev (G ₈)	۱۰	۱۰/۶۴۰	۱/۰۶۴		-/۰.۸۴	۰/۹۸۰	۱۲/۶۹ ^{**}	۰/۲۵۷ ^{ns}
Dev (G ₉)	۱۰	۱۲/۸۲۱	۱/۲۸۲		-/۰.۸۴	۱/۱۹۸	۱۵/۲۹ ^{**}	۰/۰.۲۶ ^{ns}
Dev (G ₁₀)	۱۰	۱۹/۸۸۱	۱/۹۸۸		-/۰.۸۴	۱/۹۰۴	۲۳/۷۱ ^{**}	۰/۵۵۳ ^{ns}
Dev (G ₁₁)	۱۰	۱۲/۲۵۳	۱/۲۲۵		-/۰.۸۴	۱/۱۴۲	۱۴/۶۱ ^{**}	۰/۱۶۶ ^{ns}
Dev (G ₁₂)	۱۰	۱۱/۸۴۹	۱/۱۸۵		-/۰.۸۴	۱/۱۰۱	۱۴/۱۳ ^{**}	۰/۰.۷۶ ^{ns}
Dev (G ₁₃)	۱۰	۷/۸۸۳	-/۷۸۸		-/۰.۸۴	۰/۷۰۵	۹/۴۰ ^{**}	۰/۷۳۹ ^{ns}
Dev (G ₁₄)	۱۰	۹/۲۱۹	-/۹۲۲		-/۰.۸۴	-/۸۳۸	۱۰/۹۹ ^{**}	۰/۲۲۱ ^{ns}
Dev (G ₁₅)	۱۰	۱۱/۴۰۶	۱/۱۴۱		-/۰.۸۴	۱/۰.۵۶۷	۱۳/۶۰ ^{**}	۰/۰.۷۴ ^{ns}
Dev (G ₁₆)	۱۰	۱۲/۹۶۳	۱/۲۹۶		-/۰.۸۴	۱/۲۱۲	۱۵/۴۶ ^{**}	۰/۳۰۳ ^{ns}
Dev (G ₁₇)	۱۰	۸/۸۳۳	-/۸۸۳		-/۰.۸۴	۰/۷۹۹	۱۰/۵۳ ^{**}	۰/۷۳۱ ^{ns}

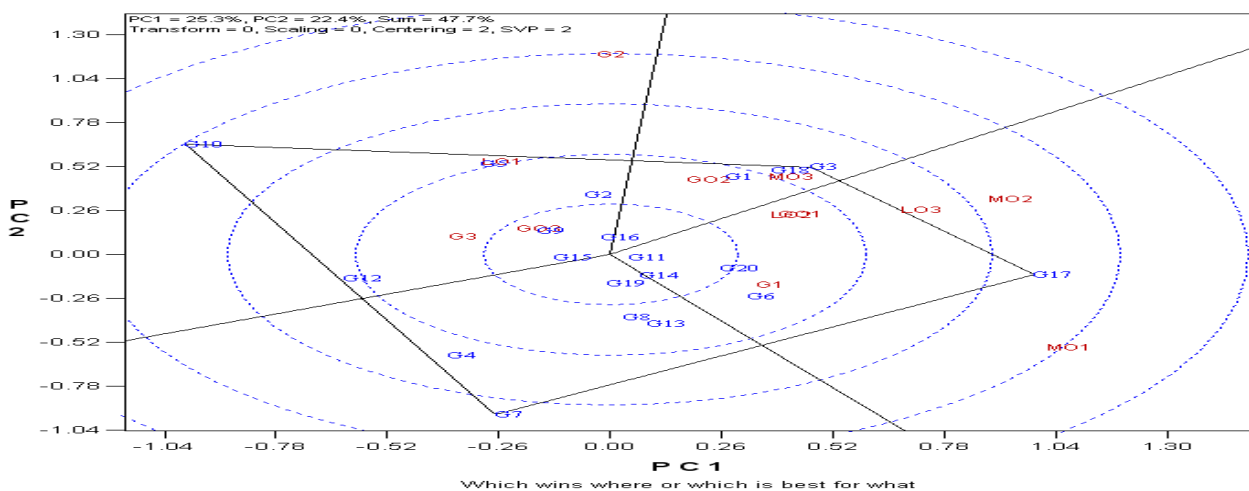
Dev (G _{۱۸})	۱۰	۱۳/۶۵۵	۱/۳۶۵	-/۰.۸۴	۱/۲۸۲۸	۱۶/۲۸**	۰/۳۰۶ ^{ns}
Dev (G _{۱۹})	۱۰	۱۰/۳۸۸	۱/۰۳۸۸	-/۰.۸۴	۰/۹۵۵	۱۲/۳۸**	۰/۱۴۷ ^{ns}
Dev (G _{۲۰})	۱۰	۱۳/۲۵۴	۱/۳۲۵	-/۰.۸۴	۱/۲۴۱	۱۵/۸۱**	۰/۱۵۳ ^{ns}
Total error	۶۸۴						

جدول ۵. پاسخ خطی ژنوتیپ های پیشرفته جو به محیط های مختلف

ژنوتیپ	gy	b	گچساران ۱	گچساران ۲	گچساران ۳	مغان- ۱	مغان- ۲	مغان- ۳	گرگان- ۱	گرگان- ۲	گرگان- ۳	لرستان- ۱	لرستان- ۲	لرستان- ۳
			-۰/۵۲۰	۱/۲۳۵	-۰/۴۰۵	۰/۳۰۲	۰/۳۵۴	۰/۹۳۱	-۰/۹۹۴	۰/۳۶۰	-۰/۰۷۶	۱/۴۲۸	-۱/۷۵۸	-۰/۸۵۷
۱	۴/۰۹۳	-۰/۹۸۳	۳/۵۸۲	۵/۳۰۶	۳/۶۹۵	۴/۳۹۰	۴/۴۴۱	۵/۰۰۸	۳/۱۱۶	۴/۴۴۷	۴/۰۱۸	۵/۴۹۶	۲/۳۶۶	۳/۲۵۰
۲	۳/۹۷۹	۱/۱۳۸	۳/۳۸۷	۵/۳۸۳	۳/۵۱۸	۴/۳۲۳	۴/۳۸۱	۵/۰۳۷	۲/۸۴۷	۴/۳۸۸	۳/۸۹۲	۵/۶۰۳	۱/۹۷۹	۳/۰۰۳
۳	۴/۱۴۸	-۰/۹۴۷	۳/۶۵۶	۵/۳۱۷	۳/۷۶۵	۴/۴۳۵	۴/۴۸۳	۵/۰۲۹	۳/۲۰۷	۴/۴۸۹	۴/۰۷۶	۵/۵۰۰	۲/۴۸۴	۳/۳۳۶
۴	۳/۵۸۴	-۰/۸۶۱	۳/۱۳۶	۴/۶۴۷	۳/۲۳۵	۳/۸۴۴	۳/۸۸۸	۴/۳۸۵	۲/۷۲۷	۳/۸۹۴	۳/۵۱۸	۴/۸۱۳	۲/۰۷۰	۲/۸۴۵
۵	۳/۸۹۹	۱/۰۶۷	۳/۳۴۵	۵/۲۱۷	۳/۴۶۸	۴/۲۲۲	۴/۲۷۷	۴/۸۹۲	۲/۸۳۹	۴/۲۸۳	۳/۸۱۸	۵/۴۲۲	۲/۰۲۵	۲/۹۸۵
۶	۳/۶۶۷	۱/۱۵۶	۳/۰۶۶	۵/۰۹۴	۳/۱۹۹	۴/۰۱۷	۴/۰۷۶	۴/۷۴۳	۲/۵۱۷	۴/۰۸۳	۳/۵۷۹	۵/۳۱۷	۱/۶۳۵	۲/۶۷۶
۷	۳/۵۳۶	-۰/۸۲۹	۳/۱۰۵	۴/۵۶۰	۳/۲۰۰	۳/۷۸۷	۳/۸۲۹	۴/۳۰۸	۲/۷۱۱	۳/۸۳۴	۳/۴۷۳	۴/۷۲۰	۲/۰۷۸	۲/۸۲۵
۸	۳/۷۸۶	-۰/۹۱۶	۳/۳۱۰	۴/۹۱۸	۳/۴۱۶	۴/۰۶۳	۴/۱۱۱	۴/۶۳۹	۲/۸۷۵	۴/۱۱۶	۳/۷۱۶	۵/۰۹۴	۲/۱۷۶	۳/۰۰۱
۹	۳/۶۲۸	۱/۰۰۹	۳/۱۰۳	۴/۸۷۴	۳/۲۱۹	۳/۹۳۳	۳/۹۸۵	۴/۵۶۷	۲/۶۲۴	۳/۹۹۱	۳/۵۵۱	۵/۰۶۸	۱/۸۵۴	۲/۷۶۲
۱۰	۳/۷۴۱	۱/۲۴۶	۳/۰۹۳	۵/۲۸۰	۳/۲۳۶	۴/۱۱۸	۴/۱۸۲	۴/۹۰۱	۲/۵۰۲	۴/۱۹۰	۳/۶۴۶	۵/۵۲۰	۱/۵۵۰	۲/۶۷۲
۱۱	۳/۸۱۰	۱/۰۵۸	۳/۲۶۰	۵/۱۱۷	۳/۳۸۲	۴/۱۳۰	۴/۱۸۵	۴/۷۹۵	۲/۷۵۸	۴/۱۹۱	۳/۷۲۹	۵/۳۲۱	۱/۹۵۰	۲/۹۰۳
۱۲	۳/۶۱۴	۱/۰۲۶	۳/۰۸۱	۴/۸۸۱	۳/۱۹۸	۳/۹۲۴	۳/۹۷۷	۴/۵۶۹	۲/۵۹۳	۳/۹۸۳	۳/۵۳۵	۵/۰۷۹	۱/۸۱۰	۲/۷۳۴
۱۳	۳/۷۶۲	-۰/۷۹۳	۳/۳۵۰	۴/۷۴۰	۳/۴۴۱	۴/۰۰۱	۴/۰۴۲	۴/۴۹۹	۲/۹۷۳	۴/۰۴۷	۳/۷۰۱	۴/۸۹۳	۲/۳۶۸	۳/۰۸۲
۱۴	۳/۷۹۵	-۰/۹۳۳	۳/۳۱۱	۴/۹۴۷	۳/۴۱۸	۴/۰۷۷	۴/۱۲۶	۴/۶۶۳	۲/۸۶۸	۴/۱۳۱	۳/۷۲۴	۵/۱۲۷	۲/۱۵۶	۲/۹۹۵
۱۵	۳/۷۵۱	۱/۰۲۵	۳/۲۱۸	۵/۰۱۶	۳/۳۳۶	۴/۰۶۱	۴/۱۱۴	۴/۷۰۵	۲/۷۳۲	۴/۱۲۰	۳/۶۷۳	۵/۲۱۴	۱/۹۵۰	۲/۸۷۲
۱۶	۳/۸۸۷	۱/۱۰۹	۳/۳۱۱	۵/۲۵۶	۳/۴۳۸	۴/۲۲۲	۴/۲۸۰	۴/۹۱۹	۲/۷۸۴	۴/۲۸۶	۳/۸۰۲	۵/۴۷۰	۱/۹۳۸	۲/۹۳۶
۱۷	۴/۱۱۹	-۰/۷۸۳	۳/۷۱۲	۵/۰۸۶	۳/۸۰۲	۴/۳۵۶	۴/۳۹۶	۴/۸۴۸	۳/۳۴۰	۴/۴۰۱	۴/۰۵۹	۵/۲۳۷	۲/۷۴۳	۳/۴۴۷
۱۸	۴/۰۰۱	۱/۱۱۳	۳/۴۲۲	۵/۳۷۵	۳/۵۵۰	۴/۳۳۷	۴/۳۹۵	۵/۰۳۶	۲/۸۹۴	۴/۴۰۱	۳/۹۱۶	۵/۵۸۹	۲/۰۴۵	۳/۰۴۷
۱۹	۳/۸۰۵	-۰/۹۵۳	۳/۳۱۰	۴/۹۸۱	۳/۴۱۹	۴/۰۹۳	۴/۱۴۲	۴/۶۹۱	۲/۸۵۸	۴/۱۴۸	۳/۷۳۲	۵/۱۶۴	۲/۱۳۱	۲/۹۸۸
۲۰	۳/۸۳۷	۱/۰۵۶	۳/۲۸۸	۵/۱۴۰	۳/۴۰۹	۴/۱۵۶	۴/۲۱۱	۴/۸۱۹	۲/۷۸۷	۴/۲۱۷	۳/۷۵۶	۵/۳۴۴	۱/۹۸۱	۲/۹۳۱

تحلیل گرافیکی روابط ژنوتیپ و محیط با استفاده از روش‌های چند متغیره

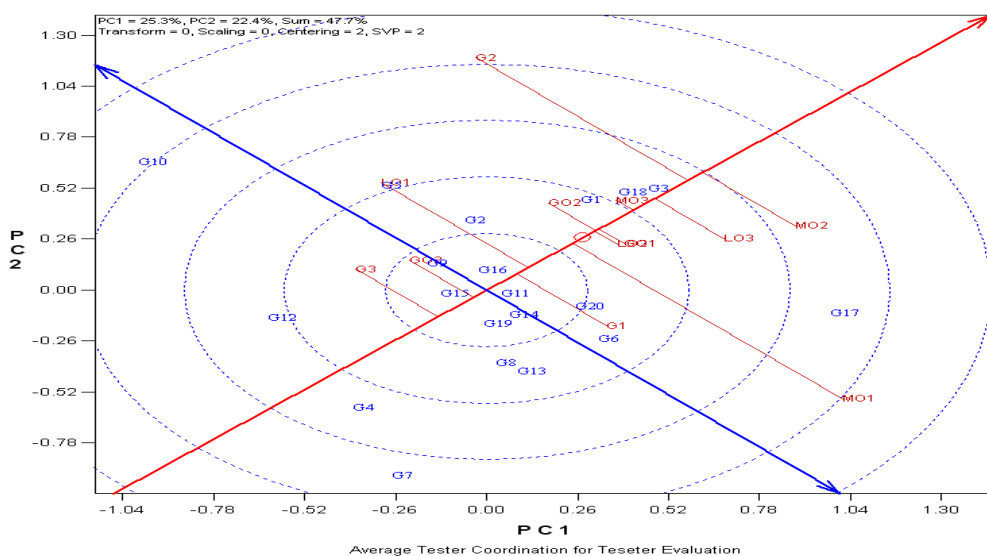
شکل ۱ نمایش چند ضلعی از ۲۰ ژنوتیپ مورد بررسی در ۱۲ محیط را نشان می‌دهد ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله را از مرکز بای پلات دارند توسط خطوط مستقیمی به هم متصل شده اند و بقیه ژنوتیپ‌ها در درون پلیگون قرار دارند. ژنوتیپ‌هایی که رئوس چند ضلعی را تشکیل می‌دهند (G_3 ، G_{17} ، G_7 و G_{10}) از نظر لحاظ عملکرد دانه بهترین و یا ضعیفترین ژنوتیپ‌ها در بعضی از محیط‌ها و یا همه محیط‌ها می‌باشند زیرا آنها دارای بیشترین فاصله از مرکز بای پلات می‌باشند (یان و کانگ، ۲۰۰۳). با توجه به شکل ۱، ۷، ۴۷ درصد از تغییرات را دو مولفه اول مدل SREG توجیه می‌نماید. این شکل به سه بخش برای محیط‌های ۱۲ گانه و ۴ بخش برای ژنوتیپ‌های جو تقسیم شده است که این خود بطور نسبی نشان‌دهنده وجود اثر متقابل بالا و معنی‌دار شدن چند مولفه می‌باشد. در ۱ بخش از نمودار هیچ کدام از محیط‌ها قرار نگرفته است. ژنوتیپ‌های G_7 ، G_4 ، G_{13} ، G_8 و G_{19} برای هیچ کدام از محیط‌ها مطلوب نبودند. در محیط کلان G_2 تقریباً هیچ ژنوتیپی قرار نگرفت. در محیط‌های کلان GO_2 ، G_3 و LO_1 ژنوتیپ‌های G_{15} ، G_{16} ، G_2 ، G_{10} و G_9 قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های G_{16} ، G_{11} ، G_{15} و G_{19} از جمله ژنوتیپ‌هایی بودند که به دلیل قرار گرفتن در مرکز بای پلات، کمترین اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را نشان دادند.



شکل ۱: بای پلات مولفه اول در برابر مولفه دوم با استفاده از مدل SREG

شکل ۲ رتبه بندی ژنوتیپ ها بر اساس عملکرد دانه و میزان پای داری عملکرد در ۱۲ محیط را نشان می دهد. خطی که از مرکز بای پلات می گذرد و از نقطه مطلوب (که نماینده که نماینده متوسط ضرایب دو مولفه اول اثر متقابل PC_1 و PC_2) در مدل GGE بای پلات است، می گذرد تحت عنوان خط متوسط عملکرد محیطی (ATC) نامیده می شود (یان و کانگ، ۲۰۰۳). در شکل ۲ دایره کوچک نشان داده شده بر جایی است که بایستی محیط ATC روی محور مطلوب قرار گیرد. این نقطه بعنوان محیط مطلوب مجازی در نظر گرفته میشود. بنابراین هر چه طول کمتر ATC بردار محیطی بیشتر و فاصله آن به محور باشد محیط مورد نظر به محیط مطلوب نزدیکتر می باشد (یان، ۲۰۰۱). استفاده از محیط های مطلوب در ارزیابی سایر محیط ها در گیاهان زراعی مختلف قبلا "مورد استفاده قرار گرفته است (فان، ۲۰۰۶ و بلانچ و مایر، ۲۰۰۶). ژنوتیپ هایی که به مرکز دایره ای که بر روی این خط قرار دارد نزدیکتر باشند دارای عملکرد بیشتری می باشند و خطی که بر این خط (ATC) عمود و از مرکز بای پلات می گذرد (خط دو سر فلش) معیار سنجش پایداری ژنوتیپ ها میباشد. هر چه ژنوتیپ ها از این خط (ATC) فاصله بیشتری داشته باشند، در اثر متقابل نقش بیشتری داشته و پایداری کمتری دارند (یان و راجکان، ۲۰۰۲). به منظور انتخاب ژنوتیپ های با دامنه سازگاری بیشتر، بایستی ژنوتیپ های مطلوب که از لحاظ عملکرد و پایداری

بهتر میباشند انتخاب شوند. بر اساس مدل GGE بای پلات ژنوتیپ ها بایستی نزدیک به نقطه مطلوب بر روی خط ATC و کمترین فاصله را از آن داشته باشند شکل ۲ مقیاس بندی را نشان می دهد که میانگین عملکرد ژنوتیپ ها و پایداری آنها را نشان می دهد. در این نمودار ژنوتیپ های G_3 ، G_{18} و G_1 بالاترین عملکرد و پایداری را همزمان به خود اختصاص داده اند. ژنوتیپ G_4 ، G_7 ، G_{12} و G_{17} دارای کمترین عملکرد و بیشترین اثر متقابل را داشته اند. با توجه به این شکل MO_1 و G_2 از ناپایدار ترین محیط ها و بیشترین اثر متقابل می باشند.



شکل ۲: نمایش گرافیکی مختصات محیط متوسط (Average Env. Cordinate-AEC)

فهرست منابع

- Becker, H. C, and Leon, J., ۱۹۸۸. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding* ۱۰۱:۱-۲۳.
- Blanche, S. B and Myers, G.O., ۲۰۰۶. Identifying discriminating locations for cultivar selection in Louisiana. *Crop Science* ۴۶: ۹۴۶-۹۴۹.
- Ceccarelli, S., Grando, S and Booth, R.H., ۲۰۰۶. International breeding programs and resource-poor farmers, Aleppo, Syria.

Ebdon, J. S. and Gauch. H. G., ۲۰۰۲. Additive main effect and multiplicative Interaction analysis of national turf grass performance trials: *Crop Science* ۴۲:۴۸۹- ۴۹۶.

Eberhart, S. A. and Russel, W. S., ۱۹۶۶. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* ۶:۳۶-۴۰.

Fan, X. M., Kang, M.S., Chen, H., Zhang, Y., Tan, J and Xu, C., ۲۰۰۷. Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. *Agronomy Journal* ۹۹: ۲۲۰-۲۲۸.

Ferreira D.F., Demetrio, C. G. B., Manly, B. F. J., Machado, A. A and Vencovsky, R., ۲۰۰۶. Statistical model in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. *Cerne, Lavras* ۱۲ (۱): ۳۷۳-۳۸۸.

Finlay, K. W. and Wilkinson, G. N., ۱۹۶۳. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Australian Journal of Agricultural research* ۱۴: ۷۴۲-۷۵۴.

Gabriel K.R., ۱۹۷۱. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika* ۵۸: ۴۵۳-۴۶۷.

Gauch H.G and Zobel R.W., ۱۹۹۷. Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Science* ۳۷: ۳۱۱-۳۲۶.

Lin, C. S., Binns, M. R and Lefkovitch, L. P., ۱۹۸۶. Stability analysis. *Crop Science* ۲۶:۸۹۴-۸۹۹.

Mohammadi R, Mozaffar Roostaei M, Yousef A, Mostafa A and Amri A. ۲۰۱۰ Relationships of phenotypic stability measures for genotypes of three cereal crops. Canadian Journal of Plant Science ۹۰: ۸۱۹-۸۳۰.

Perkins, J. N. and Jinks J. C., ۱۹۶۸. Environmental and genotype * environmental component of variability. IV non- linear interactions for multiple inbred lines. Heredity ۲۳: ۵۲۵-۵۳۵.

Pinthus, J. M., ۱۹۷۳. Estimate of genotype value: a proposed method. Euphytica, ۲۲:۱۲۱-۱۲۳.

Rao, A.R. and V.T. Prabhakaran. ۲۰۰۰. On some useful interrelationships among common stability parameters. Indian . Journal Genetic ۶۰:۲۵-۳۶

Rose I. V. L. W., Das M. K., Taliaferro, C.M., ۲۰۰۸. A comparison of dry matter yield stability assessment methods for small numbers of genotypes of Bermuda grass. Euphytica ۱۶۴:۱۹-۲۵.

Shukla, G. H., ۱۹۷۲. Some statistical aspects for partitioning genotype- environment component of variability. Heredity ۲۹:۲۳۷-۲۴۵.

Tester M. and Langridge, P., ۲۰۱۰. Breeding Technologies to Increase Crop Production in a Changing World. Science ۳۲۷:۸۱۸-۸۲۲.

Wricke, G., ۱۹۶۲. Über eine methode zur refassung der ökologischen streubretite in feldversuchen, flanzenzucht, ۴۷: ۹۲-۹۶.

Yan W and Rajcan I., ۲۰۰۲. Biplot Analysis of Test Sites and Trait Relations of Soybean in Ontario. *Crop Science* ۴۲: ۱۱-۲۰.

Yan, W. and Tinker, N.A., ۲۰۰۵. An integrated system of biplot analysis for displaying, interpreting and exploring genotype by-environment interactions. *Crop Science*. ۴۵: ۱۰۰۴-۱۰۱۶.

Yan, W and Tinker N.A., ۲۰۰۶. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Canadian Journal of Plant Science* ۸۶: ۶۲۳-۶۴۵.

Yan W. ۲۰۰۱., GGE biplot-A windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agronomy Journal* ۹۳: ۱۱۱۱-۱۱۱۸.

Yan, W. and Kang, M.S., ۲۰۰۳. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL

Genotype × environment interaction effect and grain yield stability of barley genotypes

Vaezi, B^{۱*}, Mohammadi, R^۲, Mehraban, A^۲ and Hossienpour, T^۲.

۱*. Behrouz Vaezi, Faculty member of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yasuj, Iran.

۲. Academic Members of Gonbad, Moghan and Lorestan Research center

*Corresponding Author: Bvaezi2009@gmail.com

Abstract

Genetic × environment interaction for genetic, plant breeder and animal breeding is very important. Insight of G × E helps to plant breeders for genotypes evaluating precisely until select the best genotypes and release the stable genotypes for general and special environments. Present study in order to achievement to high yield and yield stable in the different years, was done on the ۲۰ advance barley lines with Mahoor and Khorram cultivars as checks in the ۲۰۱۰-۲۰۱۳ growing season at the ۴ stations namely; Gachsaran, Moghan, Gonbad and Lorestan. Each genotype was planted in ۶ rows with ۷.۰۳ meters length, ۱۷.۵ cm spacing from each other by cereal seed planter device based on RCBD design with ۴ replications. During growing season recording data was done from agronomic and morpho-physiological characters. Combine analysis of variance was accomplished and yield stability was surveyed by parametric, nonparametric and multivariate analysis. Combine analysis of variance was done by general linear models (GLM) and mix models so that all of effects such as Environment, genotype and genotype* environment interaction effects were significant at probability levels ($P < 0.001$). Grain yield ordered from ۳.۵۳۶ tha^{-1} to ۴.۱۴۸ tha^{-1} for G_V and G_T respectively with ۸۷.۶٪ and ۱۰۲.۶٪ relative preference to checks cultivars. In addition to G_{VT}

and G₁₇ about yield was sorted at the next steps. Stability parameters results showed that G₁₇ and G₉ detected as the stable and yielded cultivars. Site regression (SREG) and AMMI analysis showed that ۴۷.۷% and ۸۵.۶% of G×E justify which was may be due to high efficiency of AMMI analysis for this study. Site regression analysis (GGE) showed that all environments and barley genotypes were placed at ۳ and ۴ groups. For this reason could be said that we have a high G*E interaction effects. According to GGE results, G₁, G₁₈ and G_۳ having high stability and yielded more than checks among barley genotypes.

Key words: genotype × environment interaction effect, grain yield stability and barley genotypes.