

## ارزیابی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و پایداری عملکرد لاین‌های پیشرفته جو در شرایط دیم

بهروز واعظی<sup>۱\*</sup> و جعفر احمدی<sup>۲</sup>  
۱، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی گچساران  
۲، استادیار دانشگاه بین‌المللی امام خمینی<sup>(د)</sup> قزوین  
(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۶ - تاریخ تصویب: ۸۸/۷/۲۹)

### چکیده

انتخاب ارقام بهبود یافته و پرمحصول با پایداری عملکرد بالا یکی از اهداف مهم اصلاح جو برای مناطق دیم و خشک می‌باشد. همچنین بررسی اثر متقابل ژنوتیپ با محیط به منظور آزادسازی ارقام پایدار برای مناطق مختلف حائز اهمیت است. بدین منظور در این تحقیق به منظور مطالعه سازگاری و پایداری عملکرد دانه لاین‌های پیشرفته جو در شرایط دیم مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر کشور، تعداد ۱۸ لاین پیشرفته جو (یک لاین شاهد، LB) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در چهار منطقه گچساران، کوهدشت، مغان و گرگان به مدت سه سال زراعی از نظر پایداری عملکرد دانه مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر رقم و اثر متقابل رقم با محیط (مکان و سال). بر اساس نتایج تجزیه پایداری با مدل ابرهارت و راسل لاین‌های ۲، ۱۲ و ۱۸ با عملکرد نسبتاً بالا و ضرایب رگرسیونی غیرمعنی‌دار با یک و حداقل انحراف از رگرسیون به عنوان لاین‌های با سازگاری عمومی بالا برای تمام مناطق شناخته شدند. بر اساس نتایج واریانس درون مکانی لاین و بین‌پایدارترین و بهترین ژنوتیپ لاین ۱۱ بود. در روش تجزیه رتبه‌ای لاین‌های ۱۴، ۱۱ و ۱ جزو ژنوتیپ‌های پایدار بودند. در نتیجه‌گیری نهایی با روش‌های مختلف پایداری لاین‌های ۱۱، ۲ و ۱۸ به ترتیب با ۴۱۲۲، ۴۰۹۶ و ۳۹۴۳ کیلوگرم در هکتار به عنوان مناسب‌ترین و پایدارترین لاین‌ها انتخاب و معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: جو، عملکرد بالا، پایداری، سازگاری.

### مقدمه

(Rasmusson, 1985). در هر محیط تنش‌های خاصی وجود دارد که فراوانی و زمان شروع، مدت دوام و شدت خاص خود را دارند و لذا اثر متقابل ژنوتیپ با محیط ایجاب می‌کند که از برنامه‌های صحیح انتخاب براساس عملکرد استفاده نمود (Kamidi, 2001). در برنامه‌های به نژادی، ارقام می‌بایستی در یک دامنه وسیعی از تغییرات محیطی در مکان‌ها و سال‌های متفاوت مورد ارزیابی قرار گیرند تا اطلاعات حاصل از تخمین سازگاری و ثبات

جو (*Hordeum vulgare* L.) یکی از مهمترین و قدیمی‌ترین گیاهان زراعی است که بیشترین سازش را نسبت به دیگر گیاهان زراعی و بیشترین مقاومت در برابر خشکی را نسبت به دیگر غلات نشان می‌دهد. جو همانند دیگر غلات تامین کننده نیاز غذایی بشر و حیوانات می‌باشد و استفاده از آن به عنوان یک منبع سرشار از نشاسته جهت تولید الکل، مد نظر بوده است

Eberhart & Wilkinson (1963) و پس از آن بوسیله Russel (1966) برای نشان دادن سازگاری ارقام نسبت به تغییرات محیط به کار برده شد. Finlay & Wilkinson (1963) بیان کردند که شیب خط معیاری برای نشان دادن سازگاری و پایداری ارقام است، بر مبنای این روش ارقامی که دارای  $b=1$  یا نزدیک به آن می‌باشند، دارای سازگاری عمومی یا پایداری متوسطی هستند (Lin et al., 1986; Perkins & Jinks, 1968). ابرهارت و راسل میانگین عملکرد، ضریب رگرسیون فیلی و ویلکنسون و انحرافات از خط رگرسیون  $Sd^2_1$  جهت تشخیص واریته‌های پایدار بکار بردند. به نظر آنها واریته‌های ایده‌آل بایستی دارای ضریب رگرسیون واحد و انحراف از رگرسیون معادل صفر باشد. Pinthus (1973) پیشنهاد کرد که به جای میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون از ضریب تشخیص ( $R^2$ ) استفاده شود زیرا  $R^2$  به شدت وابسته به  $Sd^2_1$  است. Francis & Kannenberg (1978) ضریب تغییرات مربوط به هر رقم را به عنوان پارامتر پایداری معرفی کردند و ژنوتیپ‌های با عملکرد بیشتر از میانگین و ضریب تغییرات کمتر از میانگین را به عنوان واریته پایدار تشخیص دادند. Lin et al. (1986) اعلام داشتند که چنانچه محقق علاقمند به تعیین پایداری در دامنه معینی از شرایط محیطی باشد، پارامتر ضریب تغییرات معیار مفیدی است. واریانس درون مکانی Lin & Binns (1988) یکی دیگر از پارامترهای پایداری می‌باشد. براساس این روش هر واریته‌ای که واریانس درون مکانی کمتری داشته باشد، پایدارتر است. یکی دیگر از روش‌های بررسی پایداری روش رتبه‌بندی می‌باشد. در روش غیرپارامتری رتبه (Rank) ژنوتیپ‌ها در هر سال و در کلیه محیط‌ها براساس عملکرد دانه رتبه‌بندی شده و میانگین رتبه برای هر رقم ( $R$ ) و انحراف معیار رتبه‌ها (SDR) برای هر رقم محاسبه می‌گردد. ژنوتیپ‌های که دارای مقادیر SDR و  $R$  کمتر باشند به عنوان ژنوتیپ‌های با پتانسیل و پایداری بیشتر در نظر گرفته می‌شوند. کلیه روش‌های معرفی شده از نظر کارایی تشخیص واریته‌های پایدار توسط محققین مختلف مورد مقایسه و مطالعه قرار گرفته‌اند. از آنجائی که هر گروه از محققین یکی از روش‌ها یا بسته به ضرورت ترکیبی از

عملکرد ژنوتیپ‌ها معیار مطمئن‌تری در توصیه ارقام ارائه داده و کارائی گزینش و معرفی ارقام را فراهم نماید (Lin & Binns, 1985; Mousavian, 1997). ثبات و پایداری عملکرد هر ژنوتیپ در ابعاد زمانی و مکانی حائز اهمیت می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی که دارای اثر با محیط‌ها باشند از ثبات عملکرد دانه کمتری برخوردار می‌باشند. بطوریکه اکثر صفات اقتصادی که اهمیت زیادی دارند از لحاظ ژنتیکی بصورت چند ژنی کنترل شده و از پایداری پائینی برخوردار هستند (Agaei, 1993). از طرف دیگر وراثت پذیری عملکرد تحت شرایط دیم کاهش می‌یابد، زیرا که بخش قابل توجهی از تغییرات عملکرد، در شرایط تنش خشکی ناشی از محیط می‌باشد، لذا با توجه به کارایی کم اینگونه برنامه‌های گزینشی، برخی از بهنژادگران از ارزیابی ژنوتیپ‌های زیاد در چند مکان و سال استفاده می‌کنند تا بتوانند نتایج نسبتاً دقیقی را بدست آورند (Khush, 1990; Blum, 1988). در این آزمایش‌ها علاوه بر مقایسه میانگین‌ها، اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط و پایداری نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد.

روش‌های متعددی برای برآورد پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌ها پیشنهاد شده است. یکی از پارامترهای پایداری واریانس محیطی ( $S^2_i$ ) است. استفاده از پارامتر واریانس محیطی زمانی که تنوع بین محیط‌های آزمایش زیاد باشد مطلوب به نظر نمی‌رسد، اما در محدوده جغرافیائی با تنوع کم استفاده از این روش موثر است و بر طبق این روش ژنوتیپی پایدار است که واریانس محیطی آن کمتر باشد (Lin et al., 1986). Wricks (1962) پارامتر دیگری ( $W_i$ ) را معرفی نمود که در واقع جمع مربعات اثرات متقابل ژنوتیپ با محیط برای هر ژنوتیپ را مدنظر قرار داد. Shukla (1972) پارامتر واریانس پایداری ( $\sigma^2_i$ ) را برای هر ژنوتیپ مطرح نمود و اظهار نمود که به طور کلی واریانس پایداری یک ترکیب خطی از اکووالانس می‌باشد، لذا اکووالانس و واریانس پایداری از نظر درجه‌بندی ژنوتیپ‌ها دارای ارزش یکسانی هستند. بر طبق دو روش یاد شده فوق ژنوتیپ‌هایی پایدار محسوب می‌گردند که مقدار هر یک از دو شاخص اخیر در آنها حداقل باشد. شاخص ضریب رگرسیون نیز برای نخستین بار بوسیله Finlay &

گرفتند. ایستگاه‌ها یا مناطق اجرای آزمایش شامل گچساران، مغان، گرگان و لرستان بودند. در هر سال اجرای آزمایش در مناطق مختلف عملیات تهیه زمین طبق اصول متعارف انجام گرفت. هر لاین در این بررسی در کرت‌هایی به ابعاد  $۷/۰۳ \times ۱۷/۰۵$  متر در ۶ خط به طول  $۷/۰۳$  متر و به فاصله  $۱۷/۵$  سانتی‌متر کشت شد. تمام آزمایشات به صورت دیم اجرا گردید. مشخصات شجره ای لاین‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. عملکرد دانه هر لاین در تمام آزمایش‌ها اندازه‌گیری شد و پس از جمع‌آوری اطلاعات سه ساله ایستگاه‌ها، ابتدا تجزیه واریانس ساده برای عملکرد دانه، برای هر مکان در هر سال انجام گرفت. سپس تجزیه مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS پس از آزمون یکنواختی واریانس خطاها توسط آزمون بارتلت صورت پذیرفت. آزمون F با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات و با فرض ثابت بودن اثر ژنوتیپ و تصادفی بودن اثر سال و مکان انجام شد. با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن میانگین‌های لاین‌های تحت مطالعه در سطح احتمال یک درصد مقایسه شدند و در نهایت پارامترهای واریانس محیطی، ضریب تغییرات محیطی، اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا، ضریب رگرسیون میانگین عملکرد بر شاخص محیطی، میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون، ضریب تشخیص، واریانس درون مکانی لاین و بینز و میانگین رتبه (R) و انحراف معیار رتبه‌ها (SDR) جهت تجزیه پایداری عملکرد و انتخاب بهترین لاین‌ها محاسبه گردید.

### نتایج و بحث

میانگین سه ساله عملکرد ژنوتیپ‌های جو در جدول ۲ نشان داده شده است. به منظور آزمون یکنواختی خطاهای آزمایشی بین آزمایش‌های ساده، آزمون بارتلت انجام شد و غیرمعنی‌دار بودن کای‌اسکور در سطح احتمال ۵ درصد حاکی از یکنواختی واریانس خطا در آزمایش‌های مختلف بود. لذا تجزیه واریانس مرکب در مجموع سه سال و چهار مکان انجام گرفت (جدول ۳). همانطور که از جدول تجزیه واریانس مرکب دیده می‌شود اثرهای ساده ژنوتیپ، سال و مکان معنی‌دار شدند و بیانگر تأثیر تغییر مکان‌ها و سال‌ها بر عملکرد

آنها را در مطالعاتشان جهت یافتن وارته‌های پرمحصول و پایدار استفاده کرده‌اند در این تحقیق نیز تلفیقی از روش‌های مختلف جهت تعیین پایداری لاین‌های جو به کار گرفته شده است. Alizadeh & Tarinejad (2002) به منظور بررسی پایداری عملکرد لاین‌های امید بخش جو در شرایط آبی، ۱۸ لاین پیشرفته جو را طی سه سال در منطقه مغان به همراه رقم شاهد منطقه مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج لاین شماره ۱۲ با ضریب تغییرات محیطی  $۹/۳۷$  و انحراف معیار رتبه ۳۷۹ پایدارترین لاین شناخته شد. Agaei (1993) با استفاده از روش ابره‌ارت و راسل ۹ ژنوتیپ جو بهاره را به مدت ۴ سال در تبریز مطالعه کرده و رقم والفجر را با تولید بیش از میانگین کل، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از رگرسیون غیرمعنی‌دار برتر از سایر ارقام تشخیص داد. Rostaei et al. (2004) در بررسی سازگاری و پایداری عملکرد ارقام گندم مناطق نیمه‌گرمسیر و گرمسیر دیم اظهار داشتند که روش رتبه که یک روش غیرپارامتری می‌باشد در شرایط دیم بهتر از سایر روش‌ها در گزینش ارقام پایدار و پرمحصول اصلاحگران را یاری می‌نماید. در آزمایشی برای تعیین پایداری عملکرد لاین‌های پیشرفته برنج طی سه سال و در سه منطقه استان گیلان مشخص شد که اثر متقابل بین ژنوتیپ و محیط کشت وجود دارد. در این تحقیق رقم سپیدرود و لاین ۴۰۸ با داشتن محصول زیاد و ضریب رگرسیون معادل یک به عنوان ارقام پایدار شناسایی شدند (Abdollahi-Mirhen, 1996).

هدف این تحقیق، بررسی تأثیر سال‌ها و مکان‌ها بر روی هر یک از لاین‌ها و بررسی الگوهای مختلف آماری در توصیه ژنوتیپ‌های سازگار و پایدار برای مناطق مختلف و انتخاب لاین‌های پایدار می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به منظور مقایسه پارامترهای مختلف پایداری و تعیین پایداری عملکرد و سازگاری هجده لاین پیشرفته جو در چهار ایستگاه تحقیقات دیم کشور و به مدت سه سال زارعی (۱۳۸۴-۱۳۸۶) انجام گرفت. لاین‌های مورد نظر از نظر عملکرد دانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد بررسی قرار

جدول ۱- شجره ۱۸ ژنوتیپ مورد بررسی در آزمایش

شماره لاین	شجره
۱	Alger/Ceres//SIs/3/ER/Apm/4/Wi2197/Mazurkal ICB92-0944-OAP-OAP(10-B-Moghan-2003)
۲	Moroco9-75/Wi2291/Wi2269(13-B-Moghan-2003)
۳	Rhn-03//Lignee 527/As45 CB93-0815-OAP-5AP-OAP-OAP(2-B-Moghan-2003)
۴	Wi2291/Tipper ICB93-1156-OAP-22AP-OAP-OAP(6-B-Moghan-2003)
۵	Hyb 85-6//As46/Aths×2 ICB91-0736-OAP-OAP-OAP(12-B-Moghan-2003)
۶	Arizona5968/Aths//Avt/Attiki(16-B-Moghan-2003)
۷	BKF/Maguelone1604/3/Apro//SV(14-B-Moghan-2003)
۸	Alanda/5/Aths/4/Pro/Toli//Cer×2/Toli/3/5106/6/Avt/. -8G -3 G(7-B-Gachsaran-2003)
۹	Bda/Cr. 115/Pro/Bc/3/Api/Cm67/4/ Giza121/... -9G -2 G(9-B-Gachsaran-2003)
۱۰	Emir/Nacta//As907/3/Avt_(9-9)ACSAD-1290-6AP-OTR-OAP-6AP-OAP-OAP(11-BNYT-Gachsaran-2003)
۱۱	Lth/3/Nopal//Prol/11012-2/4/Kabaa-03ICB94-0498-OAP-3AP-OAP-OAP(8-BNYT-Gachsaran-2003)
۱۲	Himalaya-12/Plaisant ICBH95-0630-OAP-OAP-16AP(6-BNYT-Gachsaran-2003)
۱۳	MoB1337/Wi2291//Bonita//Weeah/3/Atahualpa ICB98-0563(5-BNYT-Gachsaran-2003)
۱۴	Weeah11/wi2291/Bgs/3/ER/Apm//Ac253 ICB94-0707-OAP-OAP(7-B-Gonbad-2003)
۱۵	26216/4/Arar/3/Mari/Aths×2//M-ATT-73-337-1 ICB94-0517-37AP-OAP(11-B-Gonbad-2003)
۱۶	MK1272//Manker/Arig8/3/Alanda ICB93-0448-OAP-6AP-OAP(12-Bgonbad-2003)
۱۷	<b>LB (CHECK)</b>
۱۸	<b>IZEH</b>

جدول ۲- میانگین عملکرد دانه سه ساله ۱۸ ژنوتیپ جو

ژنوتیپ (لاین)	در چهار ایستگاه تحقیقاتی			
	میانگین عملکرد دانه (kg/h)			
	گرگان	لرستان	مغان	گچساران
۱	۳۹۳۲	۳۵۴۲	۴۶۵۹	۴۸۹۰
۲	۳۶۷۰	۴۰۵۶	۳۹۹۳	۴۶۶۶
۳	۳۴۵۵	۳۵۵۴	۳۸۳۴	۴۶۰۲
۴	۳۰۷۲	۳۶۱۵	۴۴۳۴	۴۱۴۱
۵	۳۳۶۹	۳۷۴۱	۴۳۰۲	۴۴۷۸
۶	۲۹۶۱	۳۰۰۳	۳۷۷۴	۳۴۱۹
۷	۳۱۹۰	۴۰۸۰	۴۰۰۹	۴۳۶۹
۸	۳۳۸۱	۳۱۳۶	۳۷۷۵	۳۹۹۹
۹	۳۶۴۰	۴۱۹۵	۴۲۴۱	۳۸۷۵
۱۰	۲۹۶۸	۳۳۹۴	۳۳۶۱	۴۵۳۱
۱۱	۴۰۱۰	۳۷۲۷	۴۵۰۶	۴۲۴۴
۱۲	۳۲۹۴	۳۵۴۸	۴۵۵۷	۴۶۱۵
۱۳	۳۷۶۰	۳۳۵۱	۳۹۳۵	۴۴۵۷
۱۴	۳۶۹۰	۳۶۱۲	۴۳۴۷	۵۱۷۱
۱۵	۳۶۰۹	۳۲۶۹	۴۳۵۱	۴۴۵۸
۱۶	۳۷۲۱	۳۵۴۷	۳۴۵۶	۴۵۴۲
۱۷	۳۶۵۳	۳۷۹۳	۳۳۶۱	۳۶۳۰
۱۸	۳۴۰۲	۳۷۷۳	۴۰۹۶	۴۵۰۲

ژنوتیپ‌های جو می‌باشد. معنی‌دار شدن اثرهای متقابل ژنوتیپ × مکان، ژنوتیپ × سال، مکان × سال و ژنوتیپ × سال × مکان در سطح احتمال یک درصد بیانگر آنست که لاین‌های مورد بررسی در مناطق و سال‌های مختلف دارای عکس‌العمل یکسانی نبودند.

مطالعات Kang et al. (1991) روی پنج ژنوتیپ ذرت نیز نشان داد که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در تمام آزمایش‌ها معنی‌دار بود. آنها همچنین گزارش کردند که انتخاب بر اساس عملکرد در صورتی که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط معنی‌دار باشد، کافی نبوده بلکه بایستی به پایداری عملکرد در کنار عملکرد اهمیت داد. در جو نیز وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط گزارش شده است (Kaczmarek et al., 1999; Nuiminenmi & Roghli, 1996). از آنجا که اثر متقابل ژنوتیپ × سال × مکان معنی‌دار گردیده است بنابراین نتیجه‌گیری تنها بر اساس تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها کافی نبوده و بایستی برای تعیین درجه سازگاری و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از روش‌های مختلف

Tollenar & Lee (2002) که رابطه عکس بین پایداری و عملکرد را گزارش نمودند مطابقت دارد. Gazvini & Yousefi (1999) روش ابرهارت و راسل را در مقایسه با روش میانگین مربعات درون مکانی لین و بین روش مناسب‌تری برای مطالعه پایداری گزارش کرده است.

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد دانه در ۱۸ ژنوتیپ جو طی سه سال در چهار مکان

منبع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات (MS)
سال	۲	۲۷۲۱۴۷۰.۱
مکان	۳	۱۲۸۳۶۵۱۴
سال × مکان	۶	۱۴۸۳۹۰۸۵
بلوک (محیط)	۳۶	۱۲۳۵۵۴ <sup>ns</sup>
ژنوتیپ	۱۷	۱۰۳۳۶۰۷
سال × ژنوتیپ	۳۴	۲۶۱۷۸۰
مکان × ژنوتیپ	۵۱	۴۳۴۶۳۷
سال × مکان × ژنوتیپ	۱۰۲	۲۷۲۳۰۱
اشتباه آزمایشی	۶۱۲	۱۰۲۷۵۵

ns و \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴- نتایج تجزیه میانگین مربعات بر اساس روش ابرهارت و راسل در ژنوتیپ‌های جو

منبع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (d.f)	میانگین مربعات (MS)
کل	۲۱۵	
ژنوتیپ	۱۷	۲۵۹۲۵۶
(ژنوتیپ × محیط) + محیط	۱۹۸	۳۰۸۷۳۷
محیط (خطی)	۱	۴۵۴۹۳۳۶۵
ژنوتیپ × محیط (خطی)	۱۷	۹۹۲۴۳
انحراف از رگرسیون (کل)	۱۸۰	۷۲۳۵۲
انحراف ژنوتیپ ۱	۱۰	۸۵۷۸۸
انحراف ژنوتیپ ۲	۱۰	۵۰۲۰۴
انحراف ژنوتیپ ۳	۱۰	۶۳۴۶۹
انحراف ژنوتیپ ۴	۱۰	۶۹۳۸۸
انحراف ژنوتیپ ۵	۱۰	۱۱۵۵۵
انحراف ژنوتیپ ۶	۱۰	۴۳۸۰۰
انحراف ژنوتیپ ۷	۱۰	۷۸۶۴۳
انحراف ژنوتیپ ۸	۱۰	۳۹۹۵۵
انحراف ژنوتیپ ۹	۱۰	۱۷۱۷۸۵
انحراف ژنوتیپ ۱۰	۱۰	۱۲۴۳۹۲
انحراف ژنوتیپ ۱۱	۱۰	۴۳۵۵۸
انحراف ژنوتیپ ۱۲	۱۰	۷۰۴۱۸
انحراف ژنوتیپ ۱۳	۱۰	۴۴۳۷۲
انحراف ژنوتیپ ۱۴	۱۰	۸۰۶۴۸
انحراف ژنوتیپ ۱۵	۱۰	۵۹۶۲۹
انحراف ژنوتیپ ۱۶	۱۰	۸۰۳۵۶
انحراف ژنوتیپ ۱۷	۱۰	۱۶۲۲۱۴
انحراف ژنوتیپ ۱۸	۱۰	۲۲۱۵۰
خطای کل	۲۱۶	۱۳۹۹

\*\* : معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

تجزیه پایداری سود جست. نتایج تجزیه پایداری بر اساس مدل Eberhart & Russel (1966) در جدول ۴ نشان داده شده است.

با توجه به اینکه میانگین مربعات برای محیط (خطی) معنی‌دار شده است می‌توان بیان کرد که رابطه خطی بین عملکرد هر محیط با شاخص محیطی وجود دارد و از آنجا که اثر متقابل ژنوتیپ × محیط خطی نیز معنی‌دار گردیده، می‌توان نتیجه گرفت که ژنوتیپ‌ها عکس‌العمل متفاوتی در پاسخ به شرایط محیطی نشان داده‌اند و شیب خط رگرسیونی ژنوتیپ‌ها یکسان نمی‌باشد. در واقع ضریب رگرسیونی برخی از ژنوتیپ‌ها با یک اختلاف معنی‌دار داشته است.

بر اساس پیشنهاد Finlay & Wilkinson (1963) سازگاری عمومی آنها از لحاظ آماری یکسان نمی‌باشد. معنی‌دار بودن انحراف از رگرسیون تجمعی و تک‌تک ژنوتیپ‌ها، پراکندگی زیاد عملکرد ژنوتیپ‌ها در اطراف خط رگرسیون را نشان می‌دهد. مطابق با نظریه روش تجزیه پایداری رگرسیونی Eberhart & Russel (1966) سه شاخص عملکرد بالا، ضریب رگرسیونی برابر با یک و واریانس انحراف از خط رگرسیون غیرمعنی‌دار بیانگر پایداری یک ژنوتیپ می‌باشند. از آنجا که انحراف از خط رگرسیون برای هر ۱۸ ژنوتیپ (جدول ۴) معنی‌دار می‌باشند، بنابراین در شرایط یکسان معنی‌دار بودن انحراف برای همه ژنوتیپ‌ها، از روی دو شاخص دیگر ابرهارت و راسل لاین‌های ۲، ۱۲ و ۱۸ با عملکرد نسبتاً بالا و ضرایب رگرسیونی غیرمعنی‌دار با یک به عنوان لاین‌های با سازگاری عمومی بالا برای تمام مناطق شناخته می‌شوند. ژنوتیپ‌های ۱ و ۱۴ با بیشترین مقدار عملکرد دارای بالاترین ضرایب رگرسیونی معنی‌دار و بالاتر از یک هستند که حاکی از بالا بودن اثر متقابل ژنوتیپ × محیط در این دو ژنوتیپ است و دلیلی بر سازگاری خصوصی این ژنوتیپ‌ها با محیط‌های مساعد بوده و با بهتر شدن شرایط عملکرد بالائی نشان می‌دهند. بطوری که از جدول ۲ ملاحظه می‌شود لاین ۱ با نامساعد شدن شرایط محیطی در مغان به عملکرد ۳۵۴۲ کیلوگرم تنزل یافته و با مساعد شدن شرایط در گچساران به عملکرد حداکثر ۴۸۹۰ رسیده است. به همین ترتیب لاین ۱۴ نیز نوسان داشته است. این نتیجه با نتایج

عملکردشان فقط لاین‌های ۱۱، ۲ و ۱۸ می‌توانند به عنوان پرمعملکرد پایدار انتخاب شوند. بر اساس چهار پارامتر مذکور در بالا لاین‌های ۱۱ و ۲ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها انتخاب می‌شوند که البته ژنوتیپ ۲ بر اساس روش ابرهات و راسل نیز انتخاب شده بود. Xie (1996) بیان کرد بدلیل اینکه واریانس محیطی با اثر سال و مکان اختلاط یافته است می‌تواند دارای اریبی باشد. نتایج حاصل از این آزمایش در توافق با نظر زای می‌تواند باشد، بدلیل اینکه ژنوتیپ ۱۱ که بر اساس واریانس پایداری شوکلا (۶/۳) و واریانس ریک (۵/۷) دارای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بالاتری بوده و در رتبه ششم از نظر این شاخص‌ها هستند، از نظر واریانس محیطی (۴/۹) پائین‌تر بوده و در رتبه دوم قرار گرفته‌اند. بنابراین انتخاب بر اساس CV می‌بایست با احتیاط صورت پذیرد. نتایج مربوط به واریانس درون‌مکانی لین و بین نیز حاکی از آنست که پایدارترین ژنوتیپ‌ها به ترتیب لاین‌های ۱۰، ۷، ۸، ۳ و ۱۱ با کمترین میانگین مربعات درون‌مکانی هستند که از بین آنها تنها لاین ۱۱ دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل بوده و توجیه لازم برای انتخاب شدن را دارا می‌باشد.

بر اساس ضریب تغییرات (جدول ۵)، لاین‌های ۱۱، ۷، ۸، ۳، ۱۸، ۱۳، ۱۲، ۱۰ و ۲ با کمترین مقادیر CV جزء لاین‌های پایدار معرفی می‌شوند. این روش بر مفهوم زیست‌شناختی پایداری استوار است و ژنوتیپ‌هایی پایدار انتخاب می‌شوند که معمولاً عملکرد کمتری دارند و لذا استفاده از این معیار به تنهایی می‌تواند اشتباه‌آمیز باشد. از آنجا که فقط لاین‌های ۱۱، ۱۲ و ۲ دارای میانگین بالاتر از میانگین کل هستند می‌توانند به عنوان پایدار بر عملکرد تلقی شوند. با استفاده از شاخص واریانس پایداری شوکلا (جدول ۵) لاین‌های ۱۸، ۵، ۶، ۲، ۱۳، ۱۱ و ۸ جزء پایدارها محسوب می‌شوند که از بین آنها لاین‌های ۱۱، ۲ و ۵ با میانگین بالاتر از میانگین کل به عنوان پایدارترین پرمعملکرد انتخاب می‌شوند. بر اساس پارامتر واریانس محیطی (جدول ۵) پایدارترین لاین‌ها به ترتیب ۸، ۱۱، ۳، ۶، ۱۰ و ۱۳ می‌باشند که دارای کمترین واریانس محیطی هستند که از بین آنها لاین ۱۱ با عملکرد بالاتر از میانگین کل می‌تواند انتخاب گردد. همچنین بر اساس واریانس ریک لاین‌های ۵، ۱۸، ۱۳، ۶، ۲ و ۱۱ با کمترین مقادیر پایدار محسوب می‌شوند ولیکن بر اساس مقدار

جدول ۵- آماره‌های پایداری مختلف برای ۱۸ ژنوتیپ جو مورد بررسی

ژنوتیپ (لاین)	میانگین عملکرد (Kg/h)	واریانس محیطی ( $S^2_i$ )	واریانس پایداری شوکلا ( $\sigma^2_i$ )	ریک (Wi)	مکانی لین و بینز	ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ )	رگرسیون (bi)	انحراف از رگرسیون ( $Sdi^2$ )	ضریب تشخیص ( $R^2$ )
۱	۴۲۵۶	۱۲/۴	۱۲/۱	۱۰/۳۷	۱۲/۶	۲۶/۲	۱/۲۶ <sup>**</sup>	۰/۸۲ <sup>**</sup>	۰/۸۲
۲	۴۰۹۷	۸/۳	۵/۶	۵/۰۹	۲/۵	۲۲/۳	۱/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>**</sup>	۰/۸۴
۳	۳۸۶۱	۵/۹	۸/۲	۷/۱۶	۵/۱	۱۹/۹	۰/۸۳ <sup>**</sup>	۰/۶۷ <sup>**</sup>	۰/۷۲
۴	۳۸۱۶	۱۰/۵	۸/۸	۷/۶۸	۱۰/۴	۲۶/۹	۱/۱۷ <sup>**</sup>	۰/۶۸ <sup>**</sup>	۰/۸۳
۵	۳۹۷۳	۱۰/۳	۲/۸	۲/۷۹	۱۱/۳	۲۵/۶	۱/۲۵ <sup>**</sup>	۰/۱۰ <sup>**</sup>	۰/۹۷
۶	۳۲۸۹	۵/۷	۵/۴	۴/۹۴	۶/۲	۲۳	۰/۸۵ <sup>**</sup>	۰/۴۳ <sup>**</sup>	۰/۸۱
۷	۳۹۱۲	۵/۱	۱۱/۹	۱۰/۲۳	۴/۱	۱۸/۲	۰/۶۹	۰/۷۷ <sup>**</sup>	۰/۶۱
۸	۳۵۷۳	۴/۴	۶/۵	۵/۸۲	۴/۴	۱۸/۶	۰/۷۳ <sup>**</sup>	۰/۳۹ <sup>**</sup>	۰/۷۷
۹	۳۹۸۸	۹/۷	۲۰/۶	۱۷/۳	۱۲/۵	۲۴/۷	۰/۹۲ <sup>ns</sup>	۱/۷ <sup>**</sup>	۰/۵۵
۱۰	۳۵۶۳	۶/۶	۱۶/۷	۱۴/۲	۴	۲۲/۸	۰/۷۴ <sup>**</sup>	۱/۲ <sup>**</sup>	۰/۵۲
۱۱	۴۱۱۲	۴/۹	۶/۳	۵/۶۵	۵/۵	۱۷	۰/۷۷ <sup>**</sup>	۰/۴۳ <sup>**</sup>	۰/۷۷
۱۲	۴۰۰۴	۸/۳	۸	۷/۰۴	۶/۲	۲۲/۷	۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۹ <sup>**</sup>	۰/۷۸
۱۳	۳۸۷۶	۶/۹	۴/۹	۴/۴۹	۷/۱	۲۱/۴	۰/۹۵ <sup>ns</sup>	۰/۴۳ <sup>**</sup>	۰/۸۳
۱۴	۴۲۰۵	۱۲/۱	۱۱/۳	۹/۷	۱۰/۷	۲۶	۱/۲۵ <sup>**</sup>	۰/۷۹ <sup>**</sup>	۰/۸۳
۱۵	۳۹۲۲	۱۱/۴	۸/۶	۷/۵	۱۱/۹	۲۷	۱/۲۴ <sup>**</sup>	۰/۵۸ <sup>**</sup>	۰/۸۶
۱۶	۳۸۱۷	۹/۹	۹/۶	۸/۳	۱۰/۸	۲۶	۱/۱ <sup>**</sup>	۰/۷۸ <sup>**</sup>	۰/۷۹
۱۷	۳۶۰۹	۱۱/۹	۱۹/۶	۱۶/۵	۱۶/۱	۳۰/۳	۱/۱ <sup>**</sup>	۱/۶ <sup>**</sup>	۰/۶۵
۱۸	۳۹۴۳	۷/۶	۲/۲	۲/۲۸	۷/۹	۲۲/۱	۱/۰۵ <sup>**</sup>	۰/۲۰ <sup>**</sup>	۰/۹۲

جدول ۶- تجزیه رتبه عملکرد دانه چهار ایستگاه برای ۱۸ ژنوتیپ جو طی سال‌های ۸۶ - ۱۳۸۴

ژنوتیپ	گجساران			مغان			لرستان			گرگان			میانگین رتبه	انحراف معیار رتبه
	سال			سال			سال			سال				
	۸۴	۸۵	۸۶	۸۴	۸۵	۸۶	۸۴	۸۵	۸۶	۸۴	۸۵	۸۶		
۱	۸	۱	۳	۱۶	۲	۱۶	۱	۱۰	۲	۱	۳	۹	۶	۵/۶۷
۲	۳	۲	۱۴	۵	۳	۴	۹	۱۳	۱۲	۱۲	۴	۱۳	۷	۴/۸
۳	۹	۱۴	۲	۱۰	۱۵	۳	۱۴	۵	۱۴	۱۴	۱۰	۴	۹/۵	۴/۸۷
۴	۱۶	۱۳	۷	۳	۱۲	۱۴	۷	۲	۷	۴	۱۴	۹	۹/۹	۵/۳۳
۵	۱۲	۹	۸	۲	۶	۱۳	۴	۴	۴	۱۱	۱۱	۱۲	۸/۷۵	۳/۸۸
۶	۱۸	۱۷	۱۷	۱۳	۱۸	۱۰	۱۵	۱۸	۱۳	۱۷	۱۷	۱۶	۱۵/۷۵	۲/۵۳
۷	۷	۴	۱۵	۸	۸	۱	۱۵	۱۱	۵	۱۲	۱۲	۱۷	۹/۵۸	۴/۹
۸	۱۳	۱۸	۹	۱۸	۱۶	۱۰	۱۶	۱۶	۱۶	۱۰	۱۶	۱۸	۱۳/۶۷	۴/۲۵
۹	۶	۱۵	۱	۷	۷	۱	۶	۱	۶	۱۵	۱۳	۱۱	۸/۴۲	۵/۹۳
۱۰	۲	۸	۱۳	۱۴	۱۷	۲	۱۸	۸	۱۶	۱۶	۱۶	۱۵	۱۱/۴۲	۵/۶۵
۱۱	۱۱	۱۱	۱۲	۹	۸	۵	۸	۷	۷	۳	۳	۳	۶/۶۷	۳/۷۹
۱۲	۵	۵	۱۰	۱۵	۱۰	۶	۳	۱۱	۱۱	۳	۱۱	۱۵	۸/۹۲	۴/۶۷
۱۳	۱۵	۶	۵	۱۷	۱۴	۸	۱۱	۱۴	۱۱	۹	۱۴	۷	۹/۵۸	۴/۶
۱۴	۱	۷	۱	۱۲	۴	۱۱	۵	۹	۵	۶	۹	۸	۶/۳۳	۳/۵
۱۵	۱۴	۳	۱۱	۱۱	۱۳	۱۷	۱	۱۵	۱	۷	۷	۶	۹/۲۵	۴/۹۹
۱۶	۱۰	۱۰	۴	۷	۱۱	۱۲	۱۳	۱۶	۱۳	۱۲	۱۶	۱۸	۹/۸۳	۴/۷۴
۱۷	۱۷	۱۶	۱۶	۱	۴	۱۸	۱	۶	۱۶	۱۷	۱۷	۱۷	۱۱	۶/۳
۱۸	۴	۱۲	۶	۶	۵	۹	۱۲	۳	۱۲	۸	۳	۸	۸/۲۵	۳/۵

به پارامترهای تیپ ۲ و ۳ ( $R^2$  و  $Sd_i^2$ ) قابلیت اعتماد بیشتری دارند. روش ضریب تغییرات محیطی به علت معرفی ارقامی که علاوه بر عملکرد بالا دارای پایداری بیولوژیک هستند (لاین ۱۱ در این آزمایش) یک برتری نسبی در مقایسه با دیگر روش‌ها دارد (Rao & Probhakaram, 2000). در روش لین و بینز برخی از ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا تغییرات زیادی نشان دادند و به عنوان لاین پایدار انتخاب نشدند. زیرا ژنوتیپ‌های پر عملکرد در مقایسه با ژنوتیپ‌های ضعیف نوسان عملکرد بیشتری داشته و بنابراین ضریب تغییرات آنها بیشتر است (Kamidi, 2001). در نهایت از این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های مختلف پایداری نتایج کم و بیش مشابهی را نشان می‌دهند. ولیکن روش ابرهارت و راسل با در نظر گرفتن چند آماره برای انتخاب بهترین و نیز روش لین و بینز بدلیل وراثت‌پذیری بودن می‌توانند روش بهتری برای تجزیه پایداری محسوب شوند. در این آزمایش لاین‌های ۱۱، ۲ و ۱۸ به ترتیب با ۴۱۲۲، ۴۰۹۶ و ۳۹۴۳ کیلوگرم در هکتار به عنوان مناسب‌ترین و پایدارترین ژنوتیپ‌ها انتخاب و معرفی گردید.

تجزیه پایداری ژنوتیپ‌ها از طریق روش غیرپارامتری تجزیه رتبه عملکرد در جدول ۶ نشان داده شده است. در این روش ژنوتیپ‌ها در آزمایش‌های ساده رتبه‌بندی شده و میانگین و انحراف معیار رتبه‌ها محاسبه گردید. در این روش لاین‌های ۱۴، ۱۱ و ۱ با میانگین رتبه عملکردی ۶/۳، ۶/۷، ۶ و ۳/۵، ۳/۷، ۵/۶ و جزو ژنوتیپ‌های پایدار هستند. با توجه به اینکه سه لاین انتخاب شده از نظر میانگین عملکرد در بالاترین مقدار نیز قرار دارند می‌توانند به عنوان لاین‌های پرمعملکرد پایدار تلقی شوند. پارامترهای پایداری تیپ ۱ ( $CV_i$ ,  $S_i^2$ ) و تیپ ۲ ( $W_i$ ,  $S_i^2$  و  $b_i$ ) بیشتر تأکیدشان بر اثر متقابل ژنوتیپ × محیط استوار بوده و ژنوتیپ‌هایی را که پایداری بیولوژیک داشته ولی عملکرد بالایی ندارند را انتخاب می‌کنند (نظیر لاین‌های ۷، ۸، ۵، ۶ و ۱۳ در این آزمایش). پائین بودن مقادیر پارامترهای پایداری تیپ ۱ و ۲ برای این ژنوتیپ‌ها بیانگر پایداری بیولوژیک با وجود میزان کم عملکرد است، این نتایج با نظر Lin & Binns (1988) و Backer (1981) مطابقت دارد. لین و بینز پارامترهای پایداری تیپ ۱ و ۴ (واریانس لین و بینز) را وراثت‌پذیر بیان کرده و گزارش کردند که نسبت

## REFERENCES

1. Abdollahi-Mirhen, S. H. (1996). *Yield stability of advanced rice lines*. M. Sc. thesis, University of Islamic Azad, Karaj, Iran. (In Farsi).
2. Agaei, M. (1993). Study of genotype×environment interaction in barely cultivars on Tabriz. *Journal of Agricultural Science*, 1(2), 28-40. (In Farsi).
3. Alizadeh, B. & Tarinejad, A. (2002). The study of yield stability in barely cultivars and advanced lines. In: Proceedings of 7<sup>th</sup> Congress of Agronomy and Plant Breeding, 24-26 Aug., Karaj, Iran, pp. 424. (In Farsi)
4. Backer, H. C. (1981). Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30, 835- 840.
5. Blum, A. (1988). *Plant breeding for stress environments*. CRC press Inc. pp: 43-77.
6. Eberhart, S. A. & Russel, W. S. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6, 36-40.
7. Finlay, K. W. & Wilkinson, G. M. (1963). The analysis adaptation in the plant breeding programs. *Ustralian Journal of Agricultural Research*, 14, 772-745.
8. Francis, T. R. & Kannenberg, L. W. (1978). Yield stability studies in short-season Maize: 1. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 58, 1029-1034.
9. Gazvini, H. & Yousefi, A. (1999). The study of adaptibility and yield comparison in barely advanced cultivars under warm climate. *Iranian Journal of Agronomy Science*, 1(4), 29-41. (In Farsi).
10. Kaczmarek, Z., Adamski, T., Surma, M., Jezowski, S. & Leniewska, L. (1999). Genotype×environment interaction of barley doubled haploids with regard to malting quality. *Plant Breeding*, 118(3), 243-247.
11. Kang, M. S., Gorman, D. P. & Pham, H. N. (1991). Application of a stability statistic to international maize yield trials. *Theoretical and Applied Genetics*, 81, 162-165.
12. Khush, G. S. (1990). Strategies for rice varietal improvement for 21st century. *Crop Science*, 15, 27-31.
13. Kamidi, R. E. (2001). Relative stability, performance and superiority of crop genotypes across environments. *Journal of Agricultural Biology and Environment Statistics*, 6, 449- 460.
14. Lin, C. S., Binns, M. R. & Lefkovitch, L. P. (1986). Stability analysis. *Crop Science*, 26, 894-899.
15. Lin, C.S. & Binns, M. R. (1988). A method of analysing cultivars location year experiment a new stability parameter. *Theoretical and Applied Genetics*, 76, 425-430.
16. Lin, C. S. & Binns, M. R. (1985). Procedural approach for asseasing cultivar×location× data pairwise genotypes/ environments of test cultivars with check. *Canadian Journal of Plant Science*, 65,1065-1071.
17. Mousavian, M. (1997). Study of genotype×environment interaction and estimation of yield stability and adaptibility in bread wheat (*Triticum aestivum*) cultivars. *Agricultural Journal*, 2, 3-17. (In Farsi).
18. Nuiminienmi, M. & Roghli, O. A. (1996). Regression analysis of yield stability in strongly affected by companion test varieties and location-examples from a study of nordic barley lines. *Theoretical and Applied Genetics*, 93, 468-476.
19. Perkins, J. N. & Jinks, J. C. (1968). Environmental and genotype×environmental component of variability. IV non-linear interactions for multiple inbreed lines. *Heredity*, 23, 525-535.
20. Pinthus, M. J. (1973). Estimate of genotypic value: A proposed method. *Euphytica*, 22, 121-123.
21. Rasmusson, D. C. (1985). *Barley*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Publishers, Wisconsin. Pp: 522.
22. Rao, A. R. & Probhakaram, V. T. (2000). A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently over locations or seasons. *American Potato Journal*, 36, 381- 385.
23. Rostaei, M., Hosseyni, S. K., Hossein-Pour, T., Kalat, M. & Khalilzadeh, G. (2004). Yield stability and adaptibility of advanced bread wheat in warm and semi-warm regions. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 35(2), 427-436. (In Farsi).
24. Shukla, G. H. (1972). Some statistical aspects for partitioning genotype- environment component of variability. *Heredity*, 29, 237-245.
25. Tollenar, M. & Lee, E. A. (2002). Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crop Research*, 75, 161- 169.
26. Wricks, G. (1962). Uber eien method zur erfassung der ecologischen streubreite in feldversuchen. *Pflanzenzuchtung*, 47, 92-96.
27. Xie, M. (1996). Selection of stable cultivars using phenotypic variances. *Crop Science*, 36, 572- 576.