



بررسی پایداری ژرم پلاسماهای عدس با استفاده از آماره‌های پارامتری در شرایط دیم

محمد رسولی^{۱*}، فریبرز اینانلو مرانلو^۲

۱-استادیار گروه اصلاح نباتات، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اصلاح نباتات، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: Rasooli1387@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۱۵- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۳۰)

چکیده

به منظور ارزیابی پایداری عملکرد اکوتیپ‌های عدس در استان قزوین، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های تصادفی در شش تاریخ کاشت (محیط) با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات حفاظت خاک و آب دانشگاه تهران در اراضی دیم کوهین به اجرا درآمد. نتایج تجزیه واریانس مرکب اختلاف معنی‌داری بین محیط‌ها، ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نشان داد. نتایج تجزیه آماره‌های پارامتری نشان داد که در روش ابره‌ارت و راسل ژنوتیپ سبز پردیس با بیشترین عملکرد و شیب‌خط دارای سازگاری خاص به کشت پاییزه و ژنوتیپ FILIP 2004-31L با شیب‌خط نزدیک به یک، ژنوتیپ مطلوب بودند. بر اساس اکوالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا، ژنوتیپ FILIP 2004-31L پایدارترین و سبز پردیس ناپایدارترین ژنوتیپ بودند. بر طبق پارامترهای پلیستد پیتروسون θ_i ژنوتیپ‌های ۷، ۱۴، ۵ و ۶ با داشتن کمترین میزان θ_i و پارامتر پلیستد $\theta_{(i)}$ و ژنوتیپ‌های ۷، ۱۴، ۵ و ۶ با داشتن بیشترین میزان واریانس GE پایدارترند. همچنین از نظر پارامتر فرانسیس و کانبرگ CV_i ژنوتیپ‌هایی با مقدار پایین ضریب تغییرات واریانس محیطی (EV) و متوسط عملکرد بالا مطلوب‌ترین به نظر می‌رسند. ژنوتیپ‌های ۴، ۱ و ۸ پایدارترند. در مجموع ژنوتیپ ۷ با داشتن انحراف رگرسیون پایین $bi=1.04$ ، اکوالانس ریک (Wi^2) ، واریانس محیطی رومرو، پلیستد پیتروسون θ_i پایین و عملکرد مطلوب نسبی به عنوان ژنوتیپ پایدار محسوب می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: اکوتیپ، پایداری عملکرد، عدس

مقدمه

عملکرد و عدم سازگاری ارقام محلی عدس به شرایط دیم است (Sabaghpour *et al.*, 2004). ارقام جدید گیاهان زراعی علاوه بر داشتن پتانسیل بالای عملکرد و سایر صفات، بایستی در دامنه وسیعی از شرایط محیطی برتری آنها محرز شود (Lin & Binns, 1991). کشت پاییزه عدس به لحاظ افزایش راندمان بهره‌وری مصرف آب موجب افزایش عملکرد دانه نسبت به کشت بهاره در شرایط دیم می‌شود (Sabaghpour, 2006). دستیابی به ارقامی که به طیف وسیعی از مناطق سازگار باشد، یکی از اهداف برنامه‌های به‌نژادی است (Mohebodini *et al.*, 2006). به نژاد گران در جستجوی انتخاب ژنوتیپ‌هایی هستند که علاوه بر عملکرد بالا، دارای اثر متقابل ژنوتیپ در محیط کمتری باشند. اثر متقابل ژنوتیپ در محیط ناشی از تغییر در میزان اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف و یا تغییر در رتبه‌بندی نسبی ژنوتیپ‌ها است (Fernandez, 1991). از آنجائی‌که تجزیه و تحلیل روش‌های معمول مثل تجزیه واریانس مرکب فقط اطلاعاتی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ در محیط به دست می‌دهد، محققین روش‌های متفاوتی را جهت تعیین میزان پایداری عملکرد ارقام و گروه‌بندی آن‌ها به کار برده‌اند. ضریب تغییرات محیطی (CVi) هر ژنوتیپ در محیط‌ها را برای تعیین میزان پایداری عملکرد ارقام معرفی کردند (Francis & Kannenberg, 1978). ریک پارامتر (wi^2) را معرفی کرد که در این پارامتر از اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای هر ژنوتیپ به‌عنوان پارامتر پایداری استفاده می‌شود (Wrick,

عدس با نام علمی (*Lens culinaris Medik*) یکی از گیاهان با اهمیتی است که نقش مهمی در تأمین پروتئین در کشورهای در حال توسعه دارد (Sarker *et al.*, 2003). باتوجه به افزایش روز جمعیت جهان و نیاز وافر بشر به غذا، به‌نژادی گیاهان زراعی برای تأمین نیاز غذایی بیش‌ازپیش با اهمیت و ضرورت دارد، به‌طوری‌که یکی از مهم‌ترین اهداف به‌نژادی، افزایش عملکرد گیاهان زراعی در شرایط مختلف محیطی و تأمین امنیت غذایی برای تمامی مردم دنیا است (Sharifi & Aminpanah, 2016). آگاهی از اثر متقابل ژنوتیپ در محیط که برای دانشمندان علوم ژن‌شناختی و به‌نژادی دارای اهمیت ویژه‌ای است. به به‌نژادگران گیاهی کمک می‌کند، تا در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با دقت بیشتری عمل کرده و بهترین ژنوتیپ‌ها را برگزینند (Finlay & Wilkinson, 1963). پایداری عملکرد صفتی موروثی است که به روش‌های مختلفی شامل تک‌متغیره پارامتری و ناپارامتری و چندمتغیره ارزیابی می‌شود. در پژوهش‌های مختلف اثر متقابل معنی‌دار ژنوتیپ در محیط در عدس گزارش شده است (De Abreu *et al.*, & Biçer *et al.*, 2018). 2019 توزیع نامناسب و کاهش بارندگی از عوامل عمده کاهش عملکرد عدس است (Pezeshkpour & Afkar, 2019). افزایش عملکرد عدس در شرایط دیم به عواملی مانند سازگاری به محیط اقلیمی و سایر شرایط محیطی وابسته است (Karimizadeh *et al.*, 2008). عدس مؤثر است که یکی از آنها پتانسیل پایین

در اثر رابطه غیرخطی محیط و عملکرد باشد. لین و همکاران روش‌های پارامتری پایداری را به سه تیپ تقسیم‌بندی کردند (Lin *et al.*, 1986). در نهایت روش میانگین مربعات درون مکانی ارائه گردید (Lin & Binns, 1988).

اثرات اصلی و متقابل معنی‌داری در بررسی ژنوتیپ‌های عدس گزارش گردید (arimizadeh & mohammadi, 2011). به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در ارقام نخود از ضریب خط رگرسیون فینیلی و ویلکینسون استفاده کردند و ژنوتیپ‌های NCS 950183، C 44 و 93009 را به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی کردند (Arshad *et al.*, 2003). برخی از پژوهشگران با ارزیابی ۱۰ رقم عدس در ۶ منطقه مختلف در پاکستان گزارش کردند که ارقام ناپایدار به تغییرات محیطی بسیار حساس بودند و با تغییر شرایط آب هوایی محیط‌ها، عملکرد دانه ارقام بسیار تغییر می‌نمود (Bakhsh *et al.*, 1991). بر اساس گزارشی دیگر برای بررسی پایداری عملکرد در ژنوتیپ‌های عدس از روش تجزیه اثر اصلی افزایشی و اثر متقابل استفاده کردند و دریافتند که لاین FLIP 92-12L پایدارترین ژنوتیپ بود (Sabbaghpour, 2008). در پژوهشی با استفاده روش‌های پایداری در ۴۴ ژنوتیپ عدس که ژنوتیپ‌های DPL-15، DPL-55 و IPL-71 از پایداری عملکرد بالایی برخوردار بودند (Kumar *et al.*, 2005).

در ایران معمولاً عدس در شرایط دیم در بهار کشت می‌شود. برخی از محققان باهدف ارزیابی پایداری عملکرد دورگه‌های ذرت دانه‌ای با استفاده از ضرایب رگرسیون ابرهات و راسل، واریانس

(1962). همچنین روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری براساس واریانس پایداری شوکلا (σ^2_i) ارائه گردید (Kang, 1993). طبق پارامتر واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) ژنوتیپی پایدار است که مقدار واریانس آن ژنوتیپ در محیط‌های مختلف حداقل باشد. بر اساس مؤلفه واریانس میانگین پلیستد و پترسون میانگین ژنوتیپ‌هایی که مقدار پایین‌تری را نشان دهند، پایدارترند و میانگین جزء واریانس را برای اثر متقابل ژنوتیپ در محیط پیشنهاد نمودند (Plasited & Pterson, 1959). در روش پلیستد $\theta(i)$ واریانس اثر متقابل ژنوتیپ در محیط بعد از حذف یک ژنوتیپ از جدول تجزیه واریانس به دست می‌آید و تجزیه واریانس مابقی ژنوتیپ‌ها انجام می‌شود، واریانس حاصل از جدول تجزیه واریانس هرچه بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده این است که این ژنوتیپ پایدارتر است (plested, 1960). رومر واریانس محیطی (σ^2_i) را پیشنهاد کرد که با این روش، واریانس یک ژنوتیپ در محیط‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود (Romer, 1917). ابرهات و راسل میانگین عملکرد، ضریب رگرسیون و انحرافات از خط رگرسیون را برای ارقام پایدار بکار بردند که بر اساس آن، رقمی مطلوب‌تر است که دارای میانگین عملکرد بالا، ضریب رگرسیون نزدیک به یک و انحراف از خط رگرسیون نزدیک صفر باشد (Eberhart & Russell., 1966).

اشکالات اساسی وارد بر این روش این است که معیار پایداری به وارسته آزمایش بستگی داشته و از نظر تئوری وراثت پذیر نیست و دیگر اینکه معنی‌داری انحراف از خط رگرسیون ممکن است

(دانشگاه تهران) (جدول ۲) با مشخصات اقلیم معتدل سرد و نیمه خشک، بافت خاک لومی - رسی و میانگین بارندگی سالانه ۲۹۹/۹ میلی متر در یک آزمایش مقایسه عملکرد در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. ۶ نوع محیط کشت به صورت‌های ۱= پاییزه؛ ۲= انتظاری؛ ۳= بهاره؛ ۴= پاییزه تأخیری؛ ۵= انتظاری زودهنگام و ۶= بهاره زودهنگام - زمستانه در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی در ۳ خط با بذور ضد عفونی شده و کاملاً سالم کاشته شدند. پس از تعیین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس مرکب برای کلیه محیط‌های مورد بررسی و با استفاده از روش‌های پارامتری آزمون اثر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل انجام شد.

پایداری شوکلا و اکووالانس ریک برای هر دورگه ژنوتیپ‌های دارای واریانس پایداری و اکووالانس کم و ضریب تبیین بالا به عنوان ایده‌آل‌ترین دورگه‌ها گزارش نمود (Mortazavian et al., 2006). نظر به اهمیت عدس در تأمین پروتئین، تثبیت نیتروژن هوا توسط ریشه آن در خاک، گیاهی با اهمیت در تناوب زراعی با غلات در شرایط دیم است. با توجه به میانگین عملکرد پایین این محصول در شرایط دیم، هدف مهم و ضروری از این پژوهش دستیابی به ارقام و اکوتیپ‌های پرمحصول با عملکرد پایدار و سازگار به کشت پاییزه در شرایط دیم استان قزوین و کشور است.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی پایداری ۱۷ ژنوتیپ و رقم تجاری عدس (جدول ۱) حاصل از برنامه‌های به نژادی در مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آب کوهین

جدول ۱- شجره و منشأ ژنوتیپ‌های عدس استفاده شده در آزمایش

شماره ژنوتیپ Genotype No.	ژنوتیپ‌های عدس Lentil genotypes	منشأ origin	شجره Pedigree
۱	ILL-6037	ICARDA	-
۲	FILIP 2002-57L	ICARDA	ILL1939×ILL7005
۳	ILL-590	TURKEY	TURKEY Local
۴	FILIP 2002-4L	ICARDA	ILL6972×ILL2126
۵	FILIP 2006-3L	ICARDA	-
۶	FILIP 2002-48L	ICARDA	ILL5728×ILL7201
۷	FILIP 2004-31L	ICARDA	-
۸	FILIP 2002-1L	ICARDA	-
۹	FILIP 2002-55L	ICARDA	ILL1939×ILL7005
۱۰	KIMIA	ICARDA	-
۱۱	FILIP 2005-6L	ICARDA	-
۱۲	GACHSARAN	ICARDA	-
۱۴	FILIP 2003-9L	ICARDA	-
۱۵	X96-S144	ICARDA	-
۱۶	MARAGHEH	Iran	IRAN Local
۱۷	FILIP 2003-5L	ICARDA	-
۱۸	SABZ PARDIS	KUTCAN-LENCUL-2018-0317	IRAN-Tehran University

جدول ۲- مشخصات منطقه و خاک مورد آزمایش

نام مرکز	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا	ازت خاک (%)	فسفر قابل استفاده (mg/kg)	پتاسیم قابل استفاده (mg/kg)	رس (%)	شن (%)	سیلت (%)
کوهین	۳۶ ۲۲ ۲۳	۴۹ ۳۵ ۰۶	۱۴۰۰	۰/۰۵	۴/۰۶	۳۸	۳۳	۲۳	۴۴

روش جمع‌آوری داده‌ها

پس از جمع‌آوری داده‌ها بر اساس انتخاب سه بوته، آزمون بارتلت برای بررسی همگنی واریانس‌ها و همچنین آزمون نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف - اسمیرنوف (K.S) انجام گردید. بعد از آزمون نرمال‌یته داده‌ها تجزیه واریانس مرکب با فرض ثابت بودن اثر ژنوتیپ و تصادفی بودن محیط صورت گرفت و آزمون F با توجه به امید ریاضی منابع تغییرات انجام شد. ضریب تغییرات (C.V.) برای تجزیه واریانس مرکب محاسبه شد. سپس مقایسه میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها به روش توکی انجام گردید.

اطلاعات به دست آمده با استفاده نرم افزارهای آماری SAS 9.2، Mstat-c و SPSS 24 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته جدول مربوطه تدوین شد. برای تعیین پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های مورد آزمایش از شاخص‌های پایداری ذیل استفاده گردید

شاخص‌های پایداری

واریانس محیطی

برای اولین بار (Romer, 1917) از واریانس به عنوان پارامتر پایداری استفاده کرد. در این روش واریانس محیط‌های مربوط به هر ژنوتیپ از رابطه زیر به دست می‌آید. $Si^2 = \sum (X_{ij} - X_i) / 2/n - 1$ که در آن: Si^2 : واریانس ژنوتیپ i در محیط j: عملکرد هر

ژنوتیپ در محیط: $X_{i,j}$ میانگین عملکرد هر ژنوتیپ در کل محیط هستند. اگر واریانس محیطی رقمی کمتر باشد، این رقم پایداری بیشتری دارد.

ضریب تغییرات محیطی (CV_i)

ضریب تغییرات محیطی توسط فرانسس و کانبرگ (Francis & Kannenberg, 1978) ارائه گردید. این ضریب در واقع انحراف یک ژنوتیپ از میانگین در کلیه محیط‌ها را اندازه می‌گیرد و ژنوتیپ پایدار آن است که CV کمتری داشته باشد. اشکال روش واریانس این است که گاهی توزیع واقعاً نرمال نیست و با افزایش میانگین رقم واریانس آن تغییر می‌کند (بین میانگین و واریانس رابطه‌ای وجود داشته باشد) بنابراین بهتر است به جای واریانس از CV محیطی با استفاده از رابطه زیر استفاده شود:

$$CV = \sqrt{Si^2 / X_i} \times 100 \text{ که در آن } Si^2:$$

واریانس محیطی ژنوتیپ i: X_i : میانگین ژنوتیپ i هستند

روش پلیستد و پترسون

در این روش (Plasited & Pterson, 1959) تک تک ژنوتیپ‌ها با یکدیگر جفت شده واریانس اثر متقابل آن‌ها به دست می‌آید. سپس میانگین این واریانس‌ها محاسبه می‌شود، شاخص به دست آمده را θ_i می‌نامند و برای همه ژنوتیپ‌ها محاسبه می‌گردد. ژنوتیپی

اکووالانس بالایی است زیرا پایین بودن W_i^2 معادل بالا بودن اکووالانس می‌باشد. در این رابطه \bar{X}_i, X_{ij} ، \bar{X}_j و $\bar{X}_{..}$ به ترتیب نشان دهنده عملکرد لاین i ام در محیط j ام، میانگین عملکرد لاین i ام در تمام محیط‌های j ام، میانگین عملکرد تمام لاین‌های i ام در محیط j ام و میانگین عملکرد تمام لاین‌های i ام در تمام محیط‌های j ام می‌باشند. با توجه به اینکه این مدل سهم هر ژنوتیپ را در اثر متقابل ژنوتیپ در محیط اندازه می‌گیرد، بنابراین لاین (های) با حداقل مقدار W_i^2 به عنوان لاین پایدار معرفی می‌شوند چرا که پایین بودن این آماره برابر با بالا بودن اکووالانس است.

واریانس پایداری شوکلا (δ_i^2)

واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) بر اساس باقیمانده حاصل از گروه‌بندی دوطرفه اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، برآورد واریانس ژنوتیپ‌ها به صورت ناریب در تمام محیط‌ها را پیشنهاد نمود و این پارامتر را واریانس پایداری نام‌گذاری کرد و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\delta_i^2 = \frac{g}{(g-1)(e-1)} \sum_{j=1}^e (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{..})^2 + \frac{SS_{GE}}{(g-1)(g-2)(e-1)}$$

که g تعداد ژنوتیپ‌ها و e تعداد محیط‌ها است. در این روش ژنوتیپی پایدار خواهد بود که مقدار واریانس پایداری آن حداقل باشد.

روش ابرهات و راسل

به‌منظور بررسی پایداری ارقام ابرهات و راسل (Eberhart & Russell, 1966) دو پارامتر به نام ضریب رگرسیون (bi) و انحراف از رگرسیون (S_{di}^2) را به صورت زیر پیشنهاد کردند:

پایداری بیشتری خواهد داشت که سهم کمتری در اثر متقابل ژنوتیپ و محیط داشته باشد. فرمول محاسبه θ_i بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta_i = \frac{g}{2(g-1)(e-1)} \sum_{j=1}^e (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{..})^2 + \frac{SS_{G2}}{2(g-1)(e-2)}$$

$$SS_{GE} = \sum_i \sum_j (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{..})^2$$

روش پلیستد

این روش (plested, 1960) شباهت‌هایی به روش بالا داشته، میانگین واریانس اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط برای همه ژنوتیپ‌ها بعد از حذف یک ژنوتیپ محاسبه می‌شود. به این صورت که سهم سایر ژنوتیپ‌ها در اثر متقابل به دست می‌آید و هر چه میزان این شاخص بزرگ‌تر شود ژنوتیپ پایدارتر است و برابر است با:

$$\theta_{(i)} = \frac{g}{(g-1)(g-2)(e-1)} \sum_{j=1}^e (x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x}_{..})^2 + \frac{SS_{GE}}{(g-1)(e-1)}$$

شاخص پایداری اکووالانس ریک (W_i)

این روش توسط ریک (Wrick, 1962) ارائه شد و این شاخص سهم هر ژنوتیپ را در اثر متقابل ژنوتیپ در محیط اندازه می‌گیرد و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$W_i^2 = \sum X_{ij}^2 - (2/s) \sum X_{ij}X_j + (1/s) \sum X_i^2 - (1/t)(X_i - \frac{X_{..}}{s})^2$$

هر ژنوتیپ با $W_i^2 = 0$ را پایدار گفته و دارای

اختلاف بین تیمارهای مورد مطالعه است. بدین منظور هیستوگرام منحنی نرمال در محیط‌های با سه تکرار نشان‌دهنده تنوع بسیار زیادی بین داده‌های اندازه‌گیری شده بود که لزوم تجزیه پایداری هر ژنوتیپ در کلیه محیط‌ها را در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد (شکل ۱). و آماره‌های توصیفی مربوط به ۱۷ ژنوتیپ اطلاعات خوبی در مورد شاخص‌های تمایل به مرکز و پراکندگی نشان داد (جدول ۳).

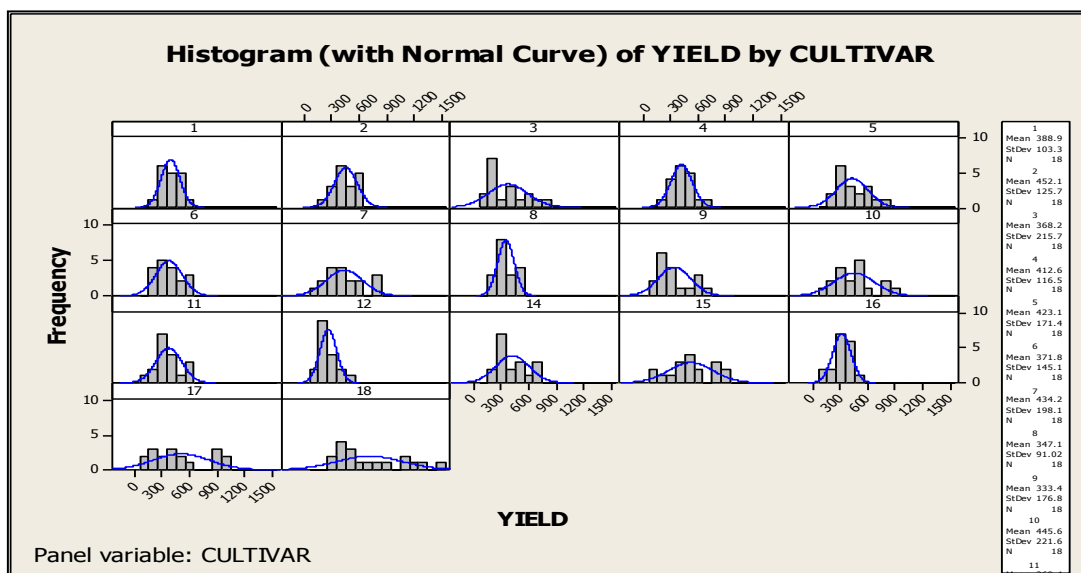
$$b_i = \frac{\sum X_{ij} I_j}{\sum I_j^2}, S_{di}^2 = \frac{\sum_{j=1}^q (x_{ij} - x_i)^2 - b_i^2 \sum_{j=1}^q (\bar{x}_{.j} - \bar{x}_{..})^2}{q-2}$$

در این مدل ضریب رگرسیون b_i به‌عنوان معیار پاسخ در نظر گرفته می‌شود؛ زیرا پاسخ ویژه ژنوتیپ‌ها به اثرات محیطی را مشخص می‌کند. براین اساس ژنوتیپی پایدار است که میانگین مربعات انحراف از رگرسیون آن کوچک باشد.

نتایج و بحث

آماره‌های توصیفی

هدف اصلی در اجرای طرح‌های آزمایشی تشخیص



شکل ۱- هیستوگرام عملکرد هر رقم در محیط‌های مختلف تاریخ کاشت

جدول ۳- آماره‌های توصیفی ارقام عدس مورد آزمایش در محیط‌های کشت مختلف

Genotypes	Mean	SE Mean	StDev	CoefVar	Minimum	Median	Maximum	Range	Skewnes	Kurtosis
۱	۳۸۸/۹	۲۴/۴	۱۰۳/۳	۲۶/۵۷	۲۳۸/۹	۳۸۶/۳	۵۶۳	۳۲۴	۰/۲۴	-۱/۲۲
۲	۴۵۲/۱	۲۹/۶	۱۲۵/۷	۲۷/۸	۲۴۷/۱	۳۴۲/۶	۶۴۴	۳۹۶/۹	۰/۳۳	-۰/۱۴
۳	۳۶۸/۲	۵۰/۸	۲۱۵/۷	۵۸/۵۹	۱۰۵/۳	۲۷۷/۴	۸۴۳/۴	۷۳۷/۱	۰/۸۶	-۰/۳
۴	۴۱۲/۶	۲۷/۵	۱۱۶/۵	۲۸/۲۳	۲۰۰/۵	۳۹۶	۶۵۶/۱	۴۵۵/۶	۰/۲۶	-۰/۱۳
۵	۴۲۳/۱	۴۰/۴	۱۷۱/۴	۴۰/۵۲	۲۱۰/۶	۳۷۱/۶	۸۱۹/۸	۶۰۹/۲	۰/۸۲	-۰/۰۳
۶	۳۷۱/۹	۳۴/۲	۱۴۵/۱	۳۹/۰۴	۱۷۴/۲	۳۶۰/۱	۶۱۳/۲	۴۳۹	۰/۳۸	-۱/۰۹
۷	۴۳۴/۲	۴۶/۷	۱۹۸/۱	۴۵/۶۱	۱۴۹/۸	۳۶۹/۶	۷۹۶/۸	۶۴۶/۹	۰/۷۲	-۰/۴۷
۸	۳۴۷/۱	۲۱/۵	۹۱	۲۶/۲۲	۱۹۴/۴	۳۲۸	۴۹۴/۱	۲۹۹/۷	۰/۱۲	-۱/۰۸
۹	۳۳۳/۴	۴۱/۷	۱۷۶/۸	۵۳/۰۴	۱۱۷/۵	۳۰۶/۸	۶۶۰/۱	۵۴۲/۷	۰/۶	-۰/۹۹
۱۰	۴۴۵/۶	۵۲/۲	۲۲۱/۶	۴۹/۷۳	۹۷/۲	۴۲۸/۱	۸۶۹/۸	۷۷۲/۶	۰/۴۵	-۰/۵۲
۱۱	۳۶۹/۴	۳۳/۶	۱۴۲/۶	۳۸/۶	۱۳۹/۷	۳۳۰/۶	۶۳۵/۹	۴۹۶/۱	۰/۴۴	-۰/۶۴
۱۲	۲۵۸/۵	۲۱/۸	۹۲/۷	۳۵/۸۴	۱۰۹/۳	۲۳۴/۵	۴۶۵/۸	۳۵۶/۴	۰/۶	-۰/۰۲
۱۴	۴۱۸/۷	۴۲/۹	۱۸۲/۱	۴۳/۴۹	۱۶۲	۳۵۸/۴	۷۴۶/۹	۵۸۴/۹	۰/۵۹	-۰/۹

۱۵	۵۱۵/۲	۵۷/۴	۲۴۳/۶	۴۷/۲۸	۱۱۷/۵	۴۱۱/۱	۹۱۷/۹	۸۰۰/۵	۰/۱۴	-۰/۹
۱۶	۳۱۱/۴	۲۳/۸	۱۰۰/۸	۳۲/۳۹	۱۳۳/۷	۳۰۰/۷	۴۶۱/۷	۳۲۸	-۰/۱۶	-۰/۹۴
۱۷	۵۰۶/۴	۷۳/۳	۳۱۱/۱	۶۱/۴۳	۸۱	۴۲۰/۲	۹۹۶/۷	۹۱۵/۷	۰/۴۹	-۱/۲۴
۱۸	۷۱۳/۳	۸۵/۸	۳۶۴	۵۱/۰۳	۳۰۰	۵۷۲/۱	۱۴۵۵	۱۱۵۵	۰/۷۶	-۰/۷۴

تجزیه واریانس مرکب

نتیجه گرفت که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد دارای پتانسیل تولیدی متفاوت و پایدار به تنش خشکی و حاکی از انتخاب ارقام برتر برای معرفی هستند. معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نشان می‌دهد پاسخ ژنوتیپ‌ها از محیطی به دیگر متفاوت بوده است. در واقع ژنوتیپ‌ها در شرایط مختلف کاشت پاسخ‌های متفاوت داشته‌اند.

به همین منظور پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد انجام شد. ضریب تغییرات ۹/۹۱ درصد به دست آمد که بیانگر دقت مناسب محاسبات است نتایج تجزیه واریانس مرکب در شش محیط اجرای آزمایش، اختلاف معنی‌داری بین محیط‌ها، ژنوتیپ‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط نشان دادند (جدول ۴). می‌توان

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب عملکرد ژنوتیپ‌های عدس

میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۲۱۷۳۴۲**	۵	محیط
۱۴۲۵۶۷**	۱۲	بلوک (محیط)
۱۸۳۸۸۵**	۱۶	ژنوتیپ
۲۳۴۳۱**	۸۰	اثر متقابل ژنوتیپ × محیط
۵۰۳۲	۱۹۲	خطای آزمایشی
	۳۰۵	کل
	۹/۹۱	ضریب تغییرات

** و *** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۵ - مقایسه میانگین و رتبه محیط‌های مختلف مورد آزمایش بر حسب عملکرد ژنوتیپ‌ها با توکی ۵ درصد

رتبه	میانگین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	محیط آزمایش
A	۶۴۶/۸	محیط ۱ (پاییزه)
D	۳۶۱/۹	محیط ۲ (انتظاری)
F	۲۲۷/۴	محیط ۳ (بهاره)
B	۵۲۷/۵	محیط ۴ (پاییزه تأخیری)
C	۴۳۷/۱	محیط ۵ (انتظاری زودهنگام)
E	۲۹۴/۷	محیط ۶ (بهاره زودهنگام)

مقایسه میانگین‌ها

تأخیری به ترتیب با عملکردهای ۶۴۸/۸ و ۵۲۷/۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و بهاره و بهاره زودهنگام با عملکردهای ۲۲۷/۴ و ۲۹۴/۷ کیلوگرم

مقایسه میانگین عملکرد محیطی، باتوجه به محیط‌های مختلف کشت: محیط‌های کشت پاییزه و پاییزه

کمترین میزان دانه بودند (جدول ۵). مقایسات میانگین اثر متقابل ژنوتیپ با محیط نشان داد که ژنوتیپ ۱۸ در محیط کشت پاییزه با عملکرد ۱۲۲۶/۲ کیلوگرم و ژنوتیپ ۹ در محیط کشت بهار با عملکرد ۱۳۷/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد در محیط‌های مربوطه بودند و نیز کشت‌های پاییزه و بهار به ترتیب مطلوب و نامساعد محسوب می‌گردند (جدول ۶). بنابراین، صرفاً بر اساس مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نمی‌توان ژنوتیپ با عملکرد بیشتر را تعیین نمود، بلکه باید تجزیه پایداری انجام شود. تا ژنوتیپ‌ها سازگار با شرایط هر محیط که ضمن داشتن عملکرد بالا و نوسانات عملکرد کمتر شناسایی شوند. معنی‌دار بودن اثر محیط حاکی از تفاوت عملکرد ژنوتیپ‌ها در زمان‌های مختلف کشت است، و زمان کاشت باعث اختلاف بین محیط‌ها شده است که با نتایج (Karimizadeh & mohammadi, 2011) منطبق است.

کمترین میزان دانه بودند (جدول ۵). مقایسات میانگین اثر متقابل ژنوتیپ با محیط نشان داد که ژنوتیپ ۱۸ در محیط کشت پاییزه با عملکرد ۱۲۲۶/۲ کیلوگرم و ژنوتیپ ۹ در محیط کشت بهار با عملکرد ۱۳۷/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد در محیط‌های مربوطه بودند و نیز کشت‌های پاییزه و بهار به ترتیب مطلوب و نامساعد محسوب می‌گردند (جدول ۶). بنابراین، صرفاً بر اساس مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نمی‌توان ژنوتیپ با عملکرد بیشتر را تعیین نمود، بلکه باید تجزیه پایداری انجام شود. تا ژنوتیپ‌ها سازگار با شرایط هر محیط که ضمن داشتن عملکرد بالا و نوسانات عملکرد کمتر شناسایی شوند. معنی‌دار بودن اثر محیط حاکی از تفاوت عملکرد ژنوتیپ‌ها در زمان‌های مختلف کشت است، و زمان کاشت باعث اختلاف بین محیط‌ها شده است که با نتایج (Karimizadeh & mohammadi, 2011) منطبق است.

روش‌های پایداری پارامتریک

در تجزیه رگرسیون بر اساس روش ابرهارت و راسل (Eberhar & Russell, 1966) واریته‌ای پایدار است که میانگین عملکرد بالاتری داشته باشد و دارای

کمترین میزان دانه بودند (جدول ۵).

مقایسات میانگین اثر متقابل ژنوتیپ با محیط نشان داد که ژنوتیپ ۱۸ در محیط کشت پاییزه با عملکرد ۱۲۲۶/۲ کیلوگرم و ژنوتیپ ۹ در محیط کشت بهار با عملکرد ۱۳۷/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد در محیط‌های مربوطه بودند و نیز کشت‌های پاییزه و بهار به ترتیب مطلوب و نامساعد محسوب می‌گردند (جدول ۶). بنابراین، صرفاً بر اساس مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نمی‌توان ژنوتیپ با عملکرد بیشتر را تعیین نمود، بلکه باید تجزیه پایداری انجام شود. تا ژنوتیپ‌ها سازگار با شرایط هر محیط که ضمن داشتن عملکرد بالا و نوسانات عملکرد کمتر شناسایی شوند. معنی‌دار بودن اثر محیط حاکی از تفاوت عملکرد ژنوتیپ‌ها در زمان‌های مختلف کشت است، و زمان کاشت باعث اختلاف بین محیط‌ها شده است که با نتایج (Karimizadeh & mohammadi, 2011) منطبق است.

جدول ۶- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مورد آزمایش با آزمون توکی ۵ درصد.

عملکرد	ژنوتیپ	محیط	عملکرد	ژنوتیپ	محیط	عملکرد (kg.ha ⁻¹)	ژنوتیپ	محیط	عملکرد (kg.ha ⁻¹)	ژنوتیپ	محیط	
۱۹۵/۴	w-z	۹	۳۴۹/۷m-z	۱۷	۲	۴۶۷/۶	g-v	۲	۱۲۲۶/۲a	۱۸	۱	
۱۸۷/۷	x-z	۶	۳۴۹/۷ m-z	۱۴	۲	۴۶۷/۱	g-v	۸	۹۸۳/۷ab	۱۸	۴	
۱۷۵/۵	y-z	۳	۳۴۳/۵ m-z	۱۸	۳	۴۶۶/۲	g-v	۶	۹۴۵/۷bc	۱۷	۱	
۱۶۷/۴	z	۱۵	۳۳۶/۸ m-z	۸	۲	۴۵۸	h-v	۷	۸۲۷/۱b-d	۱۵	۱	
۱۶۳/۴	za	۱۶	۳۳۴/۱ m-z	۱	۲	۴۴۵/۶	h-w	۱۴	۷۸۴/۹b-e	۱۸	۵	
۱۵۹/۴	za	۱۰	۳۱۹/۹ m-z	۱	۶	۴۴۲/۴i-x		۵	۷۷۹/۱b-f	۱۷	۴	
۱۵۷/۹	za	۱۷	۳۱۴/۱ n-z	۱۰	۶	۴۴۰/۸i-x		۱	۷۱۸/۷c-g	۱۰	۱	
۱۵۵/۲	zb	۱۲	۳۱۳/۲ n-z	۲	۳	۴۳۹/۱i-x		۱۰	۶۹۵/۵c-h	۱۵	۴	
۱۳۷/۷zb		۹	۳۱۱/۹ n-z	۵	۶	۴۳۶i-x		۱۶	۶۷۸/۴d-i	۷	۱	
۲۳۲/۲	u-z	۱۴	۳۰۷/۸ n-z	۷	۶	۴۳۰i-x		۱۱	۶۶۸/۲d-j	۳	۱	
۲۲۳/۴	u-z	۱۱	۳۰۵/۸ n-z	۱	۳	۴۲۸/۴i-y		۱۸	۶۵۹/۱d-k	۱۴	۱	
۲۱۸/۷	v-z	۳	۳۰۳/۹ n-z	۱۲	۴	۴۲۶/۶i-y		۴	۶۴۸/۶d-k	۵	۱	
۱۹۹/۱	w-z	۱۲	۲۹۹/۷ n-z	۱۶	۵	۴۲۱/۹-y		۳	۶۲۲/۱d-l	۲	۱	
۱۹۷/۱	w-z	۳	۲۹۰/۹ o-z	۱۴	۶	۴۱۹/۹-z		۲	۵۷۳/۸d-m	۱۰	۴	
۳۵۷/۱	m-z	۱۵	۲۹۰/۳ o-z	۱۱	۶	۴۱۲/۸k-z		۱	۵۷۱e-m	۹	۱	
۳۵۶/۴	m-z	۴	۲۸۹/۹ o-z	۸	۶	۴۱۱/۷k-z		۴	۵۶۸/۴e-m	۶	۱	
۳۵۵	m-z	۸	۲۸۶/۲ o-z	۴	۲	۳۹۰/۸l-z		۸	۵۵۱/۸e-n	۱۷	۵	
۳۵۴/۴	m-z	۹	۲۷۲/۷ p-z	۶	۶	۳۸۷/۴ l-z		۵	۵۴۶/۸e-n	۱۵	۲	
۳۵۲/۴	m-z	۱۶	۲۶۴/۴ q-z	۱۲	۵	۳۸۱/۵ l-z		۱۲	۵۴۵/۶ e-n	۷	۴	
۵۱۱/۹	g-r	۵	۲۵۷/۹ r-z	۱۶	۶	۳۷۹/۷ l-z		۱۱	۵۳۵/۹ e-n	۱۱	۱	
۴۹۷/۲	g-s	۱۵	۲۵۳/۸ s-z	۱۷	۶	۳۷۸	l-z	۶	۵۳۴/۶ e-n	۱۴	۴	
۴۸۸/۷	g-t	۹	۲۵۳/۱ s-z	۹	۲	۳۷۸	l-z	۷	۵۲۷/۸f-o	۳	۴	
۴۷۳/۸	g-u	۴	۲۴۳	s-z	۸	۳	۳۶۶/۵	m-z	۲	۵۲۳/۵g-p	۲	۴
۴۶۸/۷	g-v	۱۰	۲۴۳	s-z	۱۲	۲	۳۵۹/۱	m-z	۱۶	۵۲۱/۱ g-p	۴	۱
۲۳۶/۲	t-z	۵	۲۳۷/۶ t-z	۷	۳	۳۵۷/۷	m-z	۶	۵۱۹/۷ g-p	۱	۱	
						357.2	m-z	۱۱	۵۱۳/۳ g-p	۱۸	۲	

شده است (جدول ۶). ژنوتیپ‌های ۵ و ۷ دارای واریانس پایین بودند و از نظر عملکرد دانه پایدارتر بودند. در مقابل جمعیت‌هایی با داشتن میانگین عملکرد بیشتر، مثل ۱۸ و دارای کمترین واریانس محیطی بودند. در روش واریانس محیطی ژنوتیپ‌های ۶، ۷، ۵، ۱۲، ۱۸، ۱۴ و ۱۱ کمترین واریانس محیطی را به خود اختصاص دادند.

بر طبق واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) ژنوتیپ‌هایی با حداقل مقدار، متمایل به پایدارتر شدن هستند. یک ژنوتیپ وقتی پایدار محسوب می‌شود که واریانس پایداری آن برابر واریانس محیطی که میانگین واریانس پایداری برابر با صفر باشد. واریانس پایدار با ارزش نسبی بیشتر، دلالت بر ژنوتیپ ناپایدارتر دارد. نتایج واریانس پایداری شوکلا محاسبه

ژنوتیپ‌های ۴، ۱ و ۸ پایدارترند در مجموع ژنوتیپ ۷ با داشتن انحراف رگرسیون پایین $bi=1.04$ اکوالانس ریک (Wi^2) و اریانس محیطی رومرو، پلیستید پیترسون θ_i پایین، پلیستد $\theta(i)$ بالا، انحراف از رگرسیون پایین و عملکرد مطلوب نسبی به‌عنوان ژنوتیپ پایدار محسوب می‌گردد.

در پژوهشی با ارزیابی ۱۰ رقم عدس در ۶ منطقه مختلف در پاکستان گزارش کردند که ارقام ناپایدار به تغییرات محیطی بسیار حساس بودند و با تغییر کمی در شرایط آب هوایی محیطها، عملکرد دانه ارقام بسیار تغییر می‌کرد (Bakhsh et al., 1991). بعضی از پژوهشگران در ژنوتیپ‌های عدس با روش تجزیه اثر اصلی افزایشی و اثر متقابل ضرب پذیر دریافتند که لاین FLIP 92-12L پایدارترین ژنوتیپ بود (Sabbaghpour, 2008). کومار و همکاران (Kumar et al., 2005) با استفاده از روش‌های مختلف پایداری در ۴ ژنوتیپ عدس گزارش کردند که ژنوتیپ‌های DPL-15، DPL-55 و IPL-71 از پایداری عملکرد بالایی برخوردار بودند. در ایران معمولاً عدس در شرایط دیم در بهار کشت می‌شود. طی تحقیقی با بررسی پایداری عملکرد دوره‌های ذرت دانه‌ای با استفاده از ضرایب رگرسیون ابرهارت و راسل، واریانس پایداری شوکلا و اکوالانس ریک برای هر دوره ژنوتیپ‌های دارای واریانس پایداری و اکوالانس کم و ضریب تبیین بالا به‌عنوان ایده‌آل‌ترین دوره‌ها گزارش نمودند (Mortazavian et al., 2006).

برآورد ضریب تغییرات محیطی CVi به روش فرانسیس و کاننبرگ (Francis & Kannenberg, 1978)، ژنوتیپ‌های ۶، ۷، ۵، ۱۲، ۱۴ و ۱۱ به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی می‌شوند؛ ولی این ژنوتیپ‌ها از عملکرد مطلوبی برخوردار نبودند؛ لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که نمی‌توان با این دو روش پایدارترین درعین حال پر محصول‌ترین ژنوتیپ را تعیین نمود به عبارتی این دوره‌ها از پایداری بیولوژیک برخوردار بودند و نوسان عملکرد در کلیه محیطها پایین است. باتوجه به این پارامترها قادر به تفکیک ژنوتیپ‌هایی نیستند که دارای سازگاری بالایی باشند و با بهبود محیط، عملکردشان نیز افزایش یابد. معمولاً این نوع پایداری برای محققین مطلوب نیست. از نتایج این تجزیه پایداری شباهت زیادی بین اکوالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا دیده می‌شود. در مقایسه بین روش‌های آماری مختلف پایداری، ژنوتیپ ۱۸ با داشتن بیشترین عملکرد، از ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها محسوب شدند. برطبق پارامترهای پلیستد پیترسون θ_i و Plasited & Pterson (1959) ژنوتیپ‌هایی که مقدار پایین‌تری را نشان دهند، پایدارترند و از نظر پارامتر مولفه واریانس GE یا پلیستد $\theta(i)$ (plested, 1960) ژنوتیپ‌هایی که مقدار بالاتری را نشان دهند، پایدارترند در نتیجه ژنوتیپ‌های ۷، ۱۴، ۵ و ۶ با داشتن بیشترین میزان واریانس و GE و θ_i کمتر پایدارترند. همچنین از نظر پارامتر فرانسیس و کاننبرگ CVi ژنوتیپ‌هایی با مقدار پایین ضریب تغییرات واریانس محیطی (EV) و متوسط عملکرد بالا مطلوب‌ترین به نظر می‌رسند.

جدول ۶- مقادیر برآورد شده پارامترهای مختلف پایداری (پارامتریک) برای ۱۷ ژنوتیپ عدس در شش شرایط محیطی مختلف

کد ژنوتیپ	عملکرد ($Sd_i^2 = 0$)	ابرهارت راسل ($b_i = I$)	فرانسیس و کانتیج CVi	اکوالانس و ریگ Wi^2	واریانس محیطی رومر $S^{(2)}$	پلستید پیترسون θ_i	پلستد $\theta_{(i)}$	پایداری شوکلا $\sigma^2_{\text{شوکلا}}$
۱	۳۸۸/۸۵	۰/۵۳۲	۲۱/۵۳۱	۲۷۴۱۵	۱۸/۱۷	۷۰۷۸/۲۸	۷۹۴۲/۵۰	۵۶۹۳/۳۸
۲	۴۵۲/۱۳	۰/۷۱۹	۲۴/۶۰۷	۹۵۵۸/۸	۷/۷۷	۵۱۸۱/۰۶	۸۱۹۷/۴۷	۱۶۴۵/۹۸
۳	۳۶۸/۲۱	۱/۲۸۵	۵۵/۲۸۰	۱۹۷۷۹/۴	۲۰/۵۷	۶۲۶۷	۸۰۵۰/۶۷	۳۹۶۲/۶۵
۴	۴۱۲/۶۵	۰/۳۱۲	۲۰/۲۳۴	۷۹۷۰۲/۴	۳۵/۴۷	۱۲۶۳۳/۸	۷۲۰۱/۷۶	۱۷۵۴۵/۲۰
۵	۴۲۳/۰۸	۰/۹۴۷	۳۴/۶۸۴	۹۸۸/۶	۱/۸۷	۴۲۷۰/۴۸	۸۳۱۶/۸۸	-۲۹۶/۶۰
۶	۳۷۱/۸	۰/۸۶۸	۳۶/۳۹۴	۳۷۹۴/۲	۴/۲۷	۴۵۶۸/۵۸	۸۲۷۷/۱۳	۳۳۹/۳۵
۷	۴۳۴/۲۳	۱/۰۴۵	۳۷/۱۸۹	۲۸۱/۲	۱/۲۰	۴۱۹۵/۳۲	۸۳۲۶/۹۰	-۴۵۶/۹۴
۸	۳۴۷/۱۲	۰/۵۰۲	۲۲/۵۳۳	۳۰۲۰۹/۱	۱۴/۴۰	۷۳۷۵/۱۶	۷۹۰۲/۹۲	۶۳۲۶/۷۲
۹	۳۳۳/۳۹	۱/۰۹۴	۵۱/۰۴۷	۲۹۸۰/۵	۱۰/۴۰	۴۴۸۲/۱۲	۸۲۸۸/۶۶	۱۵۴/۸۹
۱۰	۴۴۵/۶۳	۱/۲۲۲	۴۳/۸۳۸	۱۸۴۲۶/۵	۱۷/۴۷	۶۱۲۳/۲۶	۸۰۶۹/۸۴	۳۶۵۷/۹۹
۱۱	۳۶۹/۴۱	۰/۶۹۷	۲۹/۴۶۳	۱۲۱۸۳/۵	۳/۸۷	۵۴۵۹/۹۳	۸۱۵۸/۲۴	۲۲۴۰/۹۰
۱۲	۲۸۵/۵۳	۰/۵۱۳	۳۰/۸۰۹	۲۸۷۱۴/۳	۰/۶۷	۷۲۱۶/۳۴	۷۹۲۴/۱۰	۵۹۸۷/۹
۱۴	۴۱۸/۶۸	۱/۰۳۴	۳۸/۱۸۸	۴۱۶	۳/۲۰	۴۲۰۹/۶۴	۸۳۲۴/۹۹	-۴۲۶/۴۰
۱۵	۵۱۵/۱۷	۱/۴۶۴	۴۵/۶۹۲	۴۶۸۶۱/۸	۱۵/۳۷	۹۱۴۴/۵۱	۷۶۶۷/۰۱	۱۰۱۰۱/۳۳
۱۶	۳۱۱/۴	۰/۵۵۳	۳۰/۲۶۶	۳۱۶۷۵/۵	۷/۷۷	۷۵۳۰/۹۶	۷۸۸۲/۱۵	۶۶۵۹/۱۰
۱۷	۵۰۶/۴۳	۱/۹۹۱	۶۱/۱۵۰	۱۲۳۵۶۹/۸	۴۰/۲۷	۱۷۲۹۴/۷	۶۵۸۰/۳۱	۲۷۴۸۸/۴۸
۱۸	۷۱۳/۳۳	۲/۲۲۲	۴۸/۵۳۰	۱۸۸۲۵۹/۶	۰/۲۷	۲۴۱۶۸	۵۶۶۳/۸۷	۵۲۱۵۱/۴۹

نتیجه گیری

ژنوتیپ گچساران با عملکرد ۲۵۸/۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بودند.

در روش ابرهارت و راسل ژنوتیپ سبز پردیس با بیشترین عملکرد و بیشترین شیب خط دارای سازگاری خاص به کشت پاییزه و ژنوتیپ FILIP 2004-31L با شیب خط نزدیک به یک، ژنوتیپ مطلوب و پایدار به شمار رفت. بر اساس اکوالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا، ژنوتیپ FILIP 2004-31L پایدارترین و سبز پردیس ناپایدارترین ژنوتیپ در شش محیط مختلف بود.

از نظر عملکرد محیطی، کشت پاییزه و پاییزه تأخیری به ترتیب با عملکردهای ۶۴۶/۸ و ۵۲۷/۵ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و کشت بهاره زود هنگام و بهاره با عملکردهای ۲۹۴/۷ و ۲۲۷/۴ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد دانه بودند. مقایسات میانگین‌ها نشان داد که ژنوتیپ سبز پردیس در محیط کشت پاییزه با عملکرد ۱۲۲۶/۲ کیلوگرم در هکتار و ژنوتیپ ILL590 در محیط کشت بهاره با عملکرد ۱۳۷/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عملکرد بوده و در مجموع ژنوتیپ سبز پردیس با عملکرد ۷۱۳/۳ و

REFERENCES

- Arshad, M., Bakhsh, A., Haqqani, A. M., & Bashir, M. 2003. Genotype environment interaction for grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany* 35 (2), 181-186.
- Bakhsh, A., Ghafoor, A., Zubair, M., & Iqbal, S. M. 1991. Genotype environment interaction for grain yield in lentil. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 12, 102-105.
- Biçer, B.T., Kizilgeci, F., Albayrak, O., Akinci, C., & Yildirim, M. 2018. Stability Parameters in Lentil Genotypes. El-Cezerî. *Journal of Science & Engineering* 5(2), 287-291.
- De Abreu, H.K.A., Ceccon, G., Correa, A.M., Fachinelli, R., Yamamoto, E.L.M., & Teodoro, P.E. 2019. Adaptability & stability of cowpea genotypes via REML/BLUP & GGE Biplot. *Bioscience Journal* 35(4), 1071-1082.
- Eberhart, S. A., & Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* 6, 36-40
- Fernandez, G. C. J. 1991. Analysis of genotype \times environment interaction by stability estimates. *Horticultural Sciences* 27, 947-950.
- Finlay, K. W., & Wilkinson, G. N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust. J.Agric. Res* 14, 742-754.
- Francis, T. R., & Kannenberg, G. N. 1978. Yield stability studies in short season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science* 58, 1029-1034
- Karimizadeh, R. M., Safikhani Nasimi, M., Mohammadi, F., Seyyedi, A. Mahmoodi, A., & Rostami, B. 2008. Determining rank & stability of lentil in rainfed condition by nonparametric statistics. *Journal of Science & Technology of Agriculture & Natural Resources* 43(1), 93-103 (in Farsi)
- Karimizadeh, R., & Mohammadi, M. 2011. Determining Genotype \times environment interaction using nonparametric & parametric methods Stability phenotypic stability in Lentil Genotypes. *Novin Geneic* 3 (1), 75 -96 (in Farsi)
- Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield & stability in crop performance trials: consequences for growers. *Agronomy Journal* 85, 754-757.
- Kumar, R., Sharma, S.K., Luthra O.P., & Sharma, S. 2005. Phenotypic stability of lentil genotypes under different environments. *Annals of Biology* 21, 155-158.
- Lin, C. S., & Binns, M. R. 1988. A method of analyzing cultivar \times location \times year experiment: A new stability parameter. *Theoretical & Applied Genetics* 76, 425-430.
- Lin, C. S., Binns, M. R., & Lefkovitch, L. P. 1986. Stability analysis: where do we stand? *Crop Science* 26, 894-900.
- Mohammadi, M., Sharifi, P., & Karimizadeh, R. 2016. Stability analysis of seed yield of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Crop Breeding* 7(16), 104-114 (In Farsi).

- Mohebodini, M., Dehghani, H., & Sabaghpour, S.H. 2006 Stability of performance in lentil (*Lensculinaris Medik*) genotypes in Iran. *Euphytica* 149, 343-452.
- Mortazavian, S.M.M., Bihamta, M.R., Talei, A., & Chogan, R. 2006. Study of yield stability of maize hybrids using stability parameters. *Seed & Plant*. 38(2), 237-248.
- Pezeshkpour, P., & Afkar, S. 2019. Assessment of variability of lentil genotypes for agronomic traits using multivariate Analyses. *Journal of Crop Breeding* 11(30), 142-151 (In Farsi).
- Plaisted, R. L., & Peterson, L. C. 1959. A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations & seasons. *American Potato Journal* 36, 381-385.
- Romer, T. 1917. Sind die Ertragreichen sorten Ertragsichere? *Mitteilungen der DLG* 32, 87-89.
- Sabbaghpour, S. H. 2006. Stability analysis of grain yield of promising lentil lines in autumn sowing under dry & conditions. *Journal of Crop Science* 4(8), 254-262 (in Farsi).
- Sabbaghpour, S. H., Safihkni, M., & Sarker, A. 2004. Present status & future prospects of lentil cultivation in Iran. *Proceedings of the Fifth European Conference on Grain Legume* 7-11 June, Dijon, France.
- Sarker, A., Erskine, W., & Singh, M. 2003. Regression models for lentil seed & straw yields in Near East. *Agrical & Forestry Meteorology* 116, 61-72.
- Sharifi P., Aminpanah, H., Erfani, R., Mohaddesi, A., & Abbasian, A. 2017. Evaluation of genotype \times environment interaction in rice based on AMMI model in Iran. *Rice Science* 24 (3), 173-180.
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype environmental components of variability. *Heredity* 29, 237-245.
- Wricke, G. 1962. Über eine Methode zur Erfassung der Okologischen streubreite in Feldresuchen. *Zeitschrift für Pflanzensuchtz* 47, 92-96.



Investigating the Stability of Lentil Genotypes using Parametric Statistics in Rainfed Conditions

Mohammad Rasouli^{1*} and Fariborz Inanloo Meranloo²

¹ Assistant Professor, Department of Plant Breeding, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran

² MSc student, Department of Plant Breeding, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran

* Corresponding Author's Email: Rasooli1387@gmail.com

(Received: June. 5, 2023 – Accepted: June. 21, 2023)

ABSTRACT

In order to evaluate the stability of the performance of lentil ecotypes in Qazvin province, an experiment in the form of a randomized block design was carried out in six planting dates with three replications at the soil & water conservation research station of Tehran University in Kohin rainfed l&s. The results of composite variance analysis in six implementation environments The experiment showed a significant difference between the environments, genotypes & the genotype \times environment interaction. The results of parametric statistics analysis showed that According to the berhart & Russell method, the Pardis green genotype with the highest yield & line slope has special adaptability to Autumn planting, & the FILIP 2004-31L genotype with a line slope close to one was considered a desirable & stable genotype. Based on Ric's equivalence & stability variance of Shukla, FILIP 2004-31L genotype was the most stable & Sabz Pardis was the most unstable genotype in six different environments. According to Plaisted Peterson parameters θ_i , genotypes 7, 14, 5, & 6 with the lowest amount of θ_i are more stable & in terms of GE variance component parameter or Plaisted $\theta_{(i)}$ & genotypes 7, 14, 5, & 6 are more stable with the highest amount of GE variance. Also, according to Francis & Kanenberg CVi parameter, genotypes with low coefficient of variation of environmental variance (EV) & Average high yield seems to be the most desirable. Genotypes 4, 1, & 8 are more stable. In total, genotype 7 having a low regression deviation $b_i=1.04$, Rick's equivalence (W_i^2), & Romero's environmental variance, Peterson's plastid θ_i is low & relatively favorable performance is considered as a stable genotype.

Keywords: Ecotype, Yield Stability, lentil