دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

بررسی پایداری علوفه لاین‌های پیشرفته خلر (*Lathyrus sativa* L.) با روش‌های پارامتری و غیرپارامتری

جعفر احمدی[۱]، بهروز واعظی[۲] و علیرضا پورابوقداره[۳]

۱- دانشیار، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، (نویسنده مسوول: njahmadi910@yahoo.com)
۲- عضو هیئت علمی، ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران
۳- دانشجوی دکتری، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)
تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۲/۲۸

چکیده

به‌منظور تعیین پایداری و بررسی واکنش لاین‌های پیشرفته خلر در شرایط دیم، ۱۴ لاین در سه ایستگاه تحقیقاتی خرم‌آباد، کرمانشاه و گچساران در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار و در سه سال متوالی مورد مطالعه قرار گرفتند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب اثرات مربوط به لاین، سال × مکان، لاین × سال، لاین × مکان و اثر سه جانبه لاین × سال × مکان معنی‌دار بود. برای تعیین پایداری عملکرد علوفه، از روش‌های ابرهارت و راسل، اکووالانس ریک، ضریب رگرسیون فینلی و ویلکینسون، ضریب تغییرات، واریانس پایداری، مجموع رتبه و آماره هم‌زمان پایداری عملکرد استفاده شد. در روش ابرهارت و راسل لاین‌های ۶، ۱۰، ۱۳ و ۲ لاین‌های پایدار شناخته شدند. لاین‌های شماره ۱، ۲، ۵، ۹، ۱۲ و ۱۴ دارای ضریب رگرسیون معادل یک بودند. در روش شوکلا و اکووالانس ریک کمترین مقادیر واریانس پایداری مربوط به لاین‌های شماره ۶، ۷، ۱ و ۲ بود. در روش فرانسیس و کننبرگ لاین‌های شماره ۱، ۵، ۹ و ۱۲ پایداری بیشتری داشتند. در روش مجموع رتبه لاین‌های شماره ۱، ۹ و ۱۲ و در روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری لاین‌های شماره ۳، ۹، ۵ و ۱۲ از بهترین لاین‌ها انتخاب شدند. علی‌رغم وجود تفاوت‌هایی در نتایج روش‌های مختلف پایداری، لاین‌های شماره ۱(Sel.515)، ۵(Sel.689) و ۹(Sel.554) با میانگین عملکرد ۵۴۵۹/۷۰، ۵۶۶۹/۱۹ و ۵۶۸۷/۸۵ کیلوگرم در هکتار لاین‌های پایدار و سازگار به شرایط دیم شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: خلر، تجزیه پایداری، عملکرد علوفه، شرایط دیم

مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون به تأمین منابع پروتئینی از طریق پرورش دام و اهمیت حفظ ساختمان و منابع غنی موجود در خاک با ایجاد تناوب زراعی صحیح برای دیم‌زارهای کشور، لزوم دست‌یابی به ارقام با پتانسیل تولید علوفه بالا و سازگار به شرایط محیطی اجتناب‌ناپذیر است. زراعت گیاهان علوفه‌ای در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر عمدتاً مبتنی بر ارقام بومی و کم بازده می‌باشد، بنابراین دست‌یابی به ارقام سازگار با شرایط دیم و جایگزین نمودن آن‌ها با ارقام بومی و کم بازده از اهمیت بالایی برخوردار است. خلر (*Lathyrus sativa* L.) عموماً گیاهی خزنده، یک ساله و متعلق به خانواده بقولات است که به‌دلیل سازگاری بالا به آب و هوای خشک و نیمه خشک و محیط‌های نامطلوب به‌طور وسیعی در این مناطق مورد کشت قرار می‌گیرد (۳۲،۲،۱). از مهم‌ترین ویژگی‌هایی که سبب تمایز این گیاه نسبت به سایر بقولات شده است می‌توان به پتانسیل بالای عملکرد، مقدار پروتئین، تثبیت نیتروژن، تحمل به خشکی، شوری و غرقابی اشاره کرد که این ویژگی‌ها سبب گردید خلر نقش مهمی در تناوب زراعی محصولات، اصلاح ساختمان خاک، کاهش جمعیت علف‌های هرز و بیماری‌ها داشته باشد (۳۳،۱۸).

با توجه به این‌که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط از مسائل اصلی و پیچیده برنامه‌های به‌نژادی برای تهیه ارقام پرمحصول سازگار و پایدار به‌شمار می‌رود (۱۹)، بدین منظور یکی از راه‌های افزایش عملکرد گیاهان شناسایی ارقام با عملکرد بالا و پایدار برای مناطق مختلف با شرایط آب و هوایی متنوع است، که برای انتخاب این ارقام پر محصول و پایدار آزمایش‌های مقایسه عملکرد تکراردار در چند سال و در چند مکان انجام می‌شود. در چنین آزمایش‌هایی ضروری است که علاوه بر معیار عملکرد، میزان پایداری ارقام نیز در شناسایی و معرفی آن‌ها مدنظر قرار گیرد (۳۰). از این رو، پایداری عملکرد ارقام در مکان‌ها و سال‌های مختلف

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]
[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۳). روش‌های آماری متعددی برای افزایش آگاهی نسبت به اثر متقابل ژنوتیپ در محیط و رابطه آن با پایداری به کار گرفته شده است. استفاده از واریانس ارقام در محیط‌های مختلف برای تعیین پایداری اولین بار از سوی رومر (۲۵) ارائه شد و بر اساس این روش ژنوتیپی پایدار است که دارای حداقل واریانس محیطی باشد. فرانسیس و کننبرگ (۱۱) نیز به‌منظور حذف هم‌بستگی احتمالی بین میانگین عملکرد و واریانس ارائه شده از سوی رومر از ضریب تغییرات ژنوتیپی برای تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها استفاده نمودند. ریک (۳۴) به‌منظور بررسی مستقیم اثر متقابل ژنوتیپ و محیط معیار پایداری اکووالانس را پیشنهاد کرد که بر طبق این آماره ژنوتیپی پایدار است که دارای اکووالانس کمتری باشد. لین و بینز (۲۰) نیز به‌منظور جدا کردن عامل مکان از محاسبات پایداری، واریانس‌های درون مکانی را معیار پایداری مطرح کردند. شوکلا (۲۹) با برآورد واریانس هر ژنوتیپ در محیط‌های مختلف بر اساس باقی‌مانده حاصل از طبقه‌بندی دو طرفه ژنوتیپ و محیط معیار واریانس پایداری را معرفی نمود. فینلی و ویلکسون (۱۰) برای هر رقم یک رگرسیون خطی بر اساس عملکرد رقم روی متوسط عملکرد کلیه ارقام برای هر مکان محاسبه کردند. بنابراین بر اساس این مدل، پایداری به‌عنوان ثبات عملکرد یک رقم در محیط‌های مختلف تعریف می‌شود و عملکرد هر رقم در محیط‌های مختلف روی شاخص محیطی معیار پایداری در نظر گرفته می‌شود. ابرهارت و راسل (۹) علاوه بر میانگین عملکرد و ضریب رگرسیون، پارامتر انحراف از رگرسیون (شاخص محیطی و عملکرد) را برای برآورد ثبات عملکرد معرفی کردند. بر اساس این معیار ارقام یا ژنوتیپ‌هایی مطلوب هستند که میانگین بالایی داشته، ضریب رگرسیون آن‌ها یک و کوچک‌ترین انحراف ممکن از خط رگرسیون را داشته باشند. روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری برای تعیین پایداری عملکرد ارقام در مکان‌های مختلف نیز از سوی کنگ (۱۶) ارائه شد. اگرچه در اکثر مطالعات روش‌های آماری مختلفی هم‌چون موارد ذکر شده برای بررسی پایداری به‌کار گرفته می‌شوند با این وجود، معمولاً سه روش فینلی و ویلکینسون (۱۰)، ابرهارت و راسل (۹) و اکووالانس ریک (۳۴) از مناسب‌ترین روش‌های اندازه‌گیری پایداری و سازگاری ارقام از طرف متخصصین اصلاح نباتات، بیومتری و ژنتیک استفاده می‌شوند (۳).

در مطالعه آقایی و همکاران (۵) در تجزیه پایداری با روش ابرهارت و راسل برای عملکرد دانه در ارقام جو ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بیش از میانگین کل ژنوتیپ‌ها، ضریب رگرسیون معادل یک و انحراف از خط رگرسیون غیرمعنی‌دار برتر از سایر ژنوتیپ‌ها بودند. سوقی و همکاران (۳۰) نیز با استفاده از روش پایداری اکووالانس ریک توانستند لاین‌های امید بخش گندم را برای نواحی گرم و مرطوب شمال ایران شناسایی کنند. صباغ‌پور و همکاران (۲۸) به‌منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ در محیط در ارقام عدس از ضریب خط رگرسیون فنلی و ویلکینسون استفاده و چندین ژنوتیپ پایدار را معرفی گزارش کردند. ژیانی و همکاران (۳۵) در بررسی پایداری ژنوتیپ‌های گندم برای عملکرد دانه در برخی از مناطق ایران روش‌های ابرهارت و راسل، ریک و گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری را مناسب‌ترین معیارها معرفی کردند. محفوظی و همکاران (۲۲) نیز به منظور تعیین پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌هایی از گندم با استفاده از روش واریانس پایداری شوکلا توانستند ژنوتیپ‌های پایدار و سازگاری را از نظر عملکرد دانه شناسایی و معرفی نمایند.

دست‌یابی به ارقامی با سازگاری بالا به طیف وسیعی از مناطق یکی از اهداف مهم برنامه‌های به‌نژادی می‌باشد (۲۳). متأسفانه در رابطه با پایداری و سازگاری گیاهان علوفه‌ای تاکنون اطلاعات مختصری وجود دارد. نظر به این‌که خلر یک گیاه علوفه‌ای دارای تحمل به تنش خشکی و پتانسیل عملکرد بالایی است در این باره تحقیق حاضر به‌منظور شناسایی لاین‌های پایدار از نظر عملکرد علوفه تحت شرایط دیم به مدت سه سال در سه ایستگاه تحقیقات کشاورزی مناطق گرم انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این بررسی تعداد ۱۴ لاین پیشرفته خلر (*Lathyrus sativa* L.) تهیه شده از مرکز بین‌المللی تحقیقات کشاورزی در نواحی خشک (ICARDA) در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۵، ۸۵-۱۳۸۶ و ۸۶-۱۳۸۷ در سه ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم واقع در کرمانشاه، گچساران و لرستان برای انتخاب لاین (هایی) پایدار با عملکرد علوفه بالا مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش در هر محیط در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت به طول ۴/۵ متر با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. عملیات کاشت با استفاده از دستگاه بذرکار با تراکم

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

۱۵۰ بذر در متر مربع صورت گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها و تعیین عملکرد علوفه برای هر لاین در هر محیط تجزیه واریانس مرکب برای سه سال و سه مکان با فرض تصادفی بودن عامل‌های سال و مکان و ثابت بودن عامل لاین انجام شد. با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل لاین × سال × مکان برای تعیین لاین‌های سازگار و پایدار از روش‌های مختلف تجزیه پایداری استفاده شد. به منظور بررسی پایداری لاین‌های مورد بررسی هر یک از روش‌های پایداری رگرسیون فینلی و ویلکینسون (۱۰)، ابرهارت و راسل (۹)، واریانس پایداری شوکلا (۲۹)، اکووالانس ریک (۳۴)، ضریب تغییرات محیطی فرانسیس و کنبرگ (۱۱)، مجموع رتبه‌بندی کنگ (۱۵) و روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری (۱۶) به شرح زیر محاسبه شدند:

روش رگرسیون فینلی و ویلکینسون (۱۰) مطابق رابطه زیر محاسبه شد:

$$Y_{ijk} = M + P_i + (1 + \beta_i) V_i + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

در این مدل M میانگین کل آزمایش، P_i اثر اصلی لاین iام، β_i ضریب رگرسیون خطی برای ژنوتیپ i، V_j اثر اصلی محیط، δ_{ij} اثر متقابل لاین و محیط و ε_{ijk} اثر خطا می‌باشد. در این مدل معیار پایداری را با *bi* نشان می‌دهند، که رگرسیون خطی عملکرد ژنوتیپ i در محیط j روی میانگین عملکرد همه لاین‌ها در محیط jام می‌باشد. بنابراین بر اساس این روش لاینی پایدار است که دارای شیبی معادل $b = 1$ باشد.

ریک (۳۴) بر اساس رابطه زیر با استفاده از روش اکووالانس از اثرات متقابل GE برای هر ژنوتیپ به منظور معیار پایداری استفاده کرد:

$$W_i^2 = \sum (X_{ij} - X_{i.} - X_{.j} + X_{..})^2$$

در این رابطه X_{ij} ، $X_{i.}$ ، $X_{.j}$ و $X_{..}$ به‌ترتیب نشان‌دهنده عملکرد لاین iام در محیط jام، میانگین عملکرد لاین iام در تمام محیط‌های jام، میانگین عملکرد تمام لاین‌های iام در محیط jام و میانگین عملکرد تمام لاین‌های iام در تمام محیط‌های jام 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، لاین پایدار معرفی می‌شوند چرا که پایین بودن این آماره برابر با بالا بودن اکووالانس است.

به‌منظور بررسی پایداری ارقام ابرهارت و راسل (۹) دو پارامتر به نام ضریب رگرسیون (bi) و انحراف از رگرسیون (S_{di}^2) را به‌صورت زیر پیشنهاد کردند:

$$b_i = \frac{\sum x_{ij} I_j}{\sum I^2}$$

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

در این مدل ضریب رگرسیون bi معیار پاسخ در نظر گرفته می‌شود چرا که پاسخ ویژه ژنوتیپ‌ها به اثرات محیطی را مشخص می‌کند. بر این اساس ژنوتیپی پایدار است که میانگین مربعات انحراف از رگرسیون آن کوچک باشد. هم‌چنین به‌منظور پی بردن به اختلاف معنی‌دار ضریب رگرسیونی خطی لاین‌ها از آزمون t-student استفاده شد.

شوکلا (۲۹) به‌منظور بررسی پایداری ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف واریانس پایداری را پیشنهاد نمود که این روش بر اساس رابطه زیر محاسبه شد:

$$\sigma_i^2 = \left[\frac{p}{(p-2)(q-1)} \right] W_i^2 - \frac{SS_{GE}}{(p-1)(p-2)(q-1)}$$

$$SS_{GE} = \sum W_i^2$$

در رابطه فوق p، q و W_i به‌ترتیب نشان‌دهنده تعداد لاین، تعداد محیط و آماره شوکلا است. مطابق این روش لاینی پایدار است که مقدار واریانس پایداری آن حداقل باشد.

ضریب تغییرات محیطی از سوی فرانسیس و کنبرگ (۱۱) از رابطه زیر محاسبه شد. بر اساس این روش لاینی پایدار است که دارای حداقل ضریب تغییرات باشد. در واقع این روش سهم لاین iام را در اثر متقابل لاین در محیط اندازه می‌گیرد و برای هر لاین مستقل از سایر لاین‌های موجود در آزمایش است:

$$CV_i = \left(\frac{\sqrt{S_i^2}}{\bar{V}_{i.}} \right)$$

کنگ (۱۵) معیار ناپارامتری مجموع رتبه را برای گزینش ژنوتیپ‌ها استفاده کرد. در این روش ابتدا ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد و واریانس پایداری شوکلا رتبه‌بندی می‌شوند؛ به این صورت که به ژنوتیپ برخوردار از بیشترین عملکرد و کمترین آماره پایداری رتبه یک تعلق می‌گیرد. سپس مجموع دو رتبه هر ژنوتیپ معیار مجموع رتبه برای آن ژنوتیپ در نظر گرفته می‌شود و ژنوتیپی مطلوب است که مجموع رتبه پایین‌تری داشته باشد. برای محاسبه آماره هم‌زمان عملکرد-پایداری، کنگ (۱۶) روش دیگری را ارائه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

نمود. در این روش ابتدا به عملکرد و آماره واریانس پایداری شوکلا برای هر ژنوتیپ یک رتبه بر اساس بیشترین و کمترین مقدار اختصاص داده می‌شود. سپس به‌منظور تصحیح رتبه هر ژنوتیپ با در نظر گرفتن حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD)، عملکرد ژنوتیپ‌ها نسبت به عملکرد کل مقایسه می‌گردد که در این صورت رتبه صفر بیانگر رتبه رقم میانگین، ۱- بیانگر کمتر بودن عملکرد ژنوتیپ نسبت به میانگین کل به میزان کمتر از یک LSD، ۲-، ۳- و ۴- به‌ترتیب بیانگر کمتر بودن میانگین عملکرد ژنوتیپ به میزان بیشتر از یک، دو و سه LSD نسبت به میانگین کل می‌باشد. به همین طریق ۱+ بیانگر بیشتر بودن عملکرد ژنوتیپ به میزان بیشتر از یک LSD، ۲+، ۳+ و ۴+ به ترتیب بیانگر بیشتر بودن عملکرد ژنوتیپ به میزان بیشتر از یک، دو و سه LSD نسبت به میانگین کل است. سپس از جمع جبری رتبه عملکرد و میزان تصحیح، رتبه تصحیح شده برای هر ژنوتیپ حاصل می‌شود که با جمع این رتبه با رتبه واریانس پایداری برای هر ژنوتیپ آماره پایداری و عملکرد (YS) برای هر ژنوتیپ مشخص می‌گردد به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های برتر از نظر این آماره از بزرگ‌ترین مقدار برخوردار هستند.

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و محاسبه هر یک از معادلات ذکر شده از نرم‌افزارهای آماری SAS، MSTATC و Excel استفاده شد.

جدول ۱- اسامی لاین‌های پیشرفته خلر مورد بررسی در آزمایش

شماره	لاین	شماره	لاین
۱	Sel. 515	۸	Sel. 1307
۲	Sel.1326	۹	Sel. 554
۳	Sel. 474	۱۰	Sel. 1332
۴	Sel. 1329	۱۱	Sel. 678
۵	Sel. 689	۱۲	Sel. 736
۶	Sel. 459	۱۳	Sel. 1327
۷	Sel. 669	۱۴	Sel. 1321

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب در سه سال و سه مکان مختلف اختلاف معنی‌داری بین اثرات ژنوتیپ، ژنوتیپ × مکان، ژنوتیپ × سال و ژنوتیپ × مکان × سال نشان داد (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار شدن اثر ژنوتیپ می‌توان نتیجه گرفت که لاین‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد متفاوت از هم بوده و از این نظر دارای تنوع ژنتیکی می‌باشند. معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ در مکان نشان‌دهنده این است که پاسخ لاین‌ها در مکان‌های مختلف یکسان نبوده است. هم‌چنین معنی‌دار بودن اثر متقابل سه جانبه ژنوتیپ × مکان × سال نیز بیانگر عکس‌العمل متفاوت لاین‌ها در سال‌ها و مکآن‌های مختلف است، بنابراین نتایج مؤید این است که گزینش لاین‌ها تنها بر اساس عملکرد مناسب نبوده و باید تجزیه پایداری برای ارزیابی و انتخاب لاین(های) برتر انجام شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه لاین‌های پیشرفته خلر در مکان و سال‌های مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۲	۵۵۴۷۶۱۵۶۴/۵۷**
مکان	۲	۹۹۳۶۰۰۸/۷۹**
سال × مکان	۴	۵۸۶۰۸۳۲/۲۳**
خطای ۱	۱۸	۲۷۹۵۲۰۴/۸۹
لاین	۱۳	۴۴۶۳۹۶۲/۹۴**
لاین × سال	۲۶	۱۷۸۳۸۷۱/۸۱**
لاین × مکان	۲۶	۱۵۰۷۹۰۵/۴۲**
لاین × مکان × سال	۵۲	۱۰۴۷۱۷۴/۱۱*
خطای ۲	۲۳۴	۶۶۲۷۵۷/۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۴۰

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

یکی از متداول‌ترین روش‌های آماری برای تعیین پایداری و سازگاری ارقام، روش رگرسیونی ابرهارت و راسل می‌باشد. با توجه به این‌که میانگین مربعات انحرافات یا انحراف از رگرسیون میانگین ژنوتیپ‌ها روی شاخص محیطی سهم هر ژنوتیپ در اثر متقابل ژنوتیپ در محیط را نشان می‌دهد بنابراین، میانگین انحراف از

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

رگرسیون می‌تواند به‌عنوان معیار پایداری در نظر گرفته شود چرا که این انحراف مربوط به بخش غیرقابل پیش‌بینی تنوع مربوط به هر ژنوتیپ است (۹). بنابراین در این روش برای انتخاب ژنوتیپ پایدار می‌بایست علاوه بر در نظر گرفتن ضریب رگرسیون، به انحراف از خط رگرسیون و میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها نیز توجه کرد. بر این اساس ژنوتیپی پایدار است که علاوه بر داشتن ضریب رگرسیون معادل یک، میانگین مربعات انحراف از رگرسیون حداقل و میانگین عملکرد بالا داشته باشد. از طرف دیگر با توجه به معنی‌دار نشدن میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون و ضریب رگرسیون به خوبی نمی‌توان از این معیار برای مشخص نمودن ژنوتیپ‌های پایدار استفاده کرد، اما با توجه به عملکرد ژنوتیپ‌ها و ضرایب رگرسیونی، ژنوتیپ‌ها را می‌توان از نظر سازگاری عمومی ارزیابی نمود (۱۳،۴). بر اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیونی ابرهارت و راسل (جدول ۳) لاین‌های شماره ۴، ۹ و ۱۲ دارای انحراف از خط رگرسیون معنی‌داری بودند که نشان می‌دهد تغییرات عملکرد این لاین‌ها در طول تغییرات خطی با شاخص محیطی دارای نوسان بوده است. سایر لاین‌ها انحراف از رگرسیون غیر معنی‌دار داشتند که در بین آنها لاین‌های شماره ۶، ۱۰، ۱۳ و ۲ به‌ترتیب کمترین مقدار را به خود اختصاص داده و پایدارترین لاین‌ها بودند. سوقی و همکاران (۳۰) در بررسی پایداری عملکرد ژنوتیپ‌هایی از گندم نان از روش ابرهارت و راسل استفاده کردند. سروش (۳۱) با استفاده از روش ابرهارت و راسل (۹) قادر به معرفی یک لاین برنج پرمحصول و پایدار برای مناطق مختلف گیلان شد. با این وجود در مطالعات دشتکی و همکاران (۷) به علت معنی‌دار نبودن مجذور انحرافات از خط رگرسیون برای اکثر ژنوتیپ‌ها و قرار گرفتن کلیه ژنوتیپ‌ها حول محور b=۱ از این پارامتر نتوانستند برای گزینش ژنوتیپ‌های پایدار استفاده کنند (۳۰).

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد علوفه لاین‌های پیشرفته خلر در محیط‌های مختلف با استفاده از روش ابرهارت و راسل

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
کل	۱۲۵	
لاین	۱۳	۴۴۶۳۹۶۲/۹۲**
محیط+ (محیط ځ لاین)	۱۱۲	۱۱۵۴۳۵۵۱/۲۳
محیط	۸	۱۴۴۱۰۴۸۰۹**
محیط ځ لاین	۱۰۴	۱۳۴۶۵۳۱**
محیط (خطی)	۱	۳۷۸۰۷۹۳۸/۹۳
لاین × محیط (خطی)	۱۳	۲۷۳۱۲۹۷۶/۲۹**
انحرافات	۹۸	۳۸۸۵۹۸/۱۱
Sel. 515	۷	۳۹۳۰۵۹/۶۳^{ns}
Sel.1326	۷	۲۳۶۰۱۵/۹۸^{ns}
Sel. 474	۷	۴۴۵۸۵۲/۶۶^{ns}
Sel. 1329	۷	۶۲۶۳۲۳/۹۲**
Sel. 689	۷	۵۶۰۰۵۸/۱۲^{ns}
Sel. 459	۷	۷۵۷۴۴/۹۶^{ns}
Sel. 669	۷	۲۵۳۳۷۷/۸۹^{ns}
Sel. 1307	۷	۵۳۸۹۱۴/۶۲^{ns}
Sel. 554	۷	۶۵۷۶۳۱/۰۴**
Sel. 1332	۷	۱۱۷۸۱۲/۱۲^{ns}
Sel. 678	۷	۲۳۶۱۴۸/۰۱^{ns}
Sel. 736	۷	۷۲۳۴۴۵/۳۰**
Sel. 1327	۷	۱۶۷۷۱۰/۱۰^{ns}
Sel. 1321	۷	۴۰۸۲۷۹/۱۹^{ns}
خطای مرکب	۲۳۴	۲۲۰۹۱۹/۰۱

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

نتایج تجزیه پایداری در جدول ۴ نشان داده شده است. بر اساس ضریب رگرسیون خطی (bi) روش فینلی و ویلکینسون (۱۰) لاین‌های شماره ۱، ۲، ۵، ۹، ۱۲ و ۱۴ دارای ضریب رگرسیون نزدیک به ۱ بودند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این لاین‌ها دارای سازگاری عمومی به همه محیط‌ها هستند. بیشترین میزان ضریب رگرسیون مربوط به لاین‌های شماره ۳، ۶، ۷ و ۱۱ بود و لاین شماره ۳ با داشتن بیشترین عملکرد لاین مناسب

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

به شرایط مطلوب محیطی شناسایی و انتخاب شد. لاین‌های شماره ۴، ۸ و ۱۳ نیز به دلیل داشتن کمترین میزان ضریب رگرسیون و عملکرد علوفه نسبت به میانگین کل و میانگین سایر لاین‌ها به‌عنوان لاین‌های سازگار به محیط‌های نامطلوب انتخاب شدند. اگرچه ضریب رگرسیون (b_i) هر ژنوتیپ وابسته به سایر ژنوتیپ‌های موجود در آزمایش است و به‌عنوان معیار عمومی پایداری در نظر گرفته نمی‌شود با این وجود، این معیار می‌تواند علاوه بر نشان دادن پایداری معرف سازگاری باشد (۱۰). صباغ‌پور (۲۸) و حمدی و همکاران (۱۲) در بررسی پایداری عملکرد عدس با استفاده از ضریب رگرسیون خطی لاین‌های سازگاری را برای شرایط دیم گزارش کردند.

بر اساس روش اکووالانس ریک (۳۴) و واریانس پایداری شوکلا (۲۹) ژنوتیپ‌هایی پایدار خواهند بود که در محیط‌های مختلف دارای نوسانات (w_i^2) کمتر و حداقل مقدار واریانس باشند. بر اساس معیار اکووالانس ریک لاین‌های شماره ۶، ۷، ۱ و ۲ به‌ترتیب با داشتن کمترین میزان نوسانات (w_i^2) به‌عنوان لاین‌های پایدار شناسایی شدند. بر اساس معیار واریانس شوکلا نیز لاین‌های شماره ۶، ۷، ۱ و ۲ دارای کمترین میزان واریانس بودند و مشابه معیار اکووالانس ریک جزء لاین‌های پایدار شناسایی می‌شدند. به دلیل این‌که واریانس پایداری شوکلا ترکیب خطی از اکووالانس است بنابراین اکووالانس و پایداری از نظر رتبه‌بندی لاین‌ها دارای ارزش یکسان هستند و یکسان بودن نتایج حاصل از این دو روش دور از انتظار نیست. پیش از این لین و همکاران (۲۰) مشابه بودن معیار اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا را گزارش کردند. در مطالعه ژیانی و همکاران (۳۵) نیز نتایج دو معیار واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک مشابه بود. اگرچه بر اساس روش شوکلا و اکووالانس ریک چهار لاین (شماره ۶، ۷، ۱ و ۲) لاین‌های پایدار شناسایی شدند با این حال، لاین شماره ۲ نسبت به متوسط عملکرد کل لاین-ها عملکرد کمتری داشت، لذا این لاین، لاین مطلوب توصیه نمی‌شود. در مطالعه‌ای که از سوی ژیانی و همکاران (۳۵) در بررسی پایداری ژنوتیپ‌های گندم انجام شد، نتایج حاصل از تجزیه پایداری آنها نشان داد که برخی از ژنوتیپ‌های پایدار شناسایی شده با استفاده از واریانس شوکلا و اکووالانس ریک دارای کمترین عملکرد بودند. محفوظی و همکاران (۲۲) نیز در بررسی پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌های گندم با استفاده از روش واریانس پایداری شوکلا، برخی از ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار را از نظر عملکرد دانه شناسایی و معرفی کردند.

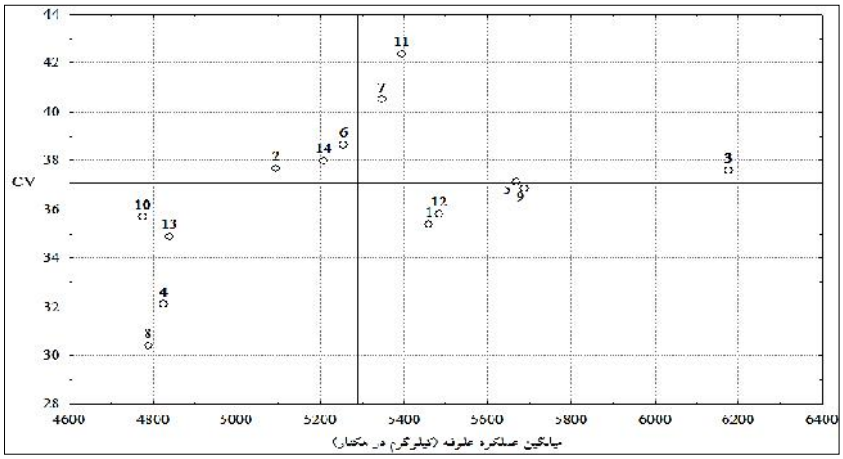
مطابق روش فرانسیس و کاننبرگ (۱۱) بر اساس حداقل و حداکثر ضریب تغییرات، لاین‌های مورد مطالعه در چهار گروه طبقه‌بندی شدند (شکل ۱). گروه اول شامل لاین‌های شماره ۱، ۵، ۹ و ۱۲ با عملکرد بالا و تغییرات کم بود. در گروه دوم لاین‌های شماره ۳، ۷ و ۱۱ با عملکرد بالا و ضریب تغییرات زیاد قرار گرفتند. لاین‌های شماره ۴، ۸، ۱۰ و ۱۳ با کمترین میزان ضریب تغییرات و عملکرد گروه سوم را تشکیل دادند. در گروه چهارم نیز لاین‌های شماره ۲، ۶ و ۱۴ با کمترین عملکرد و بالاترین ضریب تغییرات قرار داشتند. با توجه به این‌که لاین‌های موجود در گروه اول نسبت به سایر لاین‌های مورد مطالعه دارای عملکرد بالا و ضریب تغییرات کمتری بودند، بنابراین مناسب‌ترین لاین‌ها از نظر عملکرد و پایداری در نظر گرفته شدند. استفاده از ضریب تغییرات برای شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار از سایر محققان گزارش شده است (۳۰،۲۸،۲۴،۶). با استفاده از روش مجموع رتبه کنگ (۱۵) لاین‌های شماره ۱، ۹ و ۱۲ به صورت ژنوتیپ‌های پایدار شناخته شدند. پیش از این صباغ‌نیا و همکاران (۲۷) روش مجموع رتبه را مناسب‌ترین روش غیرپارامتری به همراه سایر پارامترهای پایداری برای تعیین لاین‌هایی با عملکرد بالا و پایدار معرفی کردند. عبادی و همکاران (۸) با استفاده از روش مجموع رتبه، ژنوتیپ‌های پایدار نخود را معرفی و گزارش کردند که این روش به دلیل هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه می‌تواند یک معیار پایداری مفید واقع شود.

تجزیه پایداری لاین‌ها به روش گزینش هم‌زمان برای عملکرد و پایداری در جدول ۴ درج گردیده است. با توجه به اثر توأم عملکرد و پایداری مشاهده شد که لاین‌های شماره ۳، ۹، ۵ و ۱۲ به‌ترتیب با میانگین‌های ۶۱۷۶/۸۵، ۵۶۸۷/۸۵، ۵۶۶۹/۱۸ و ۵۴۸۵/۴۴ کیلوگرم در هکتار از مطلوب‌ترین لاین‌ها شناسایی شدند. جمشیدی‌مقدم و پورداد (۱۴) در ارزیابی عملکرد ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره با استفاده از آماره هم‌زمان پایداری- عملکرد، ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا را معرفی کردند. روستایی و همکاران (۲۶) گزارش نمودند که روش مجموع رتبه در شرایط دیم بهتر از سایر روش‌ها در گزینش ارقام پر محصول و با عملکرد پایدار، به‌نژادگران را یاری می‌نماید و با استفاده از این روش پایدارترین رقم گندم را در مطالعه خود معرفی کردند.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

کبریایی و همکاران (۱۷) برای شناسایی ارقام پایدار گندم از روش‌های اکووالانس ریک، واریانس پایداری شوکلا و روش گزینش هم‌زمان عملکرد و پایداری استفاده کردند و ژنوتیپ‌های پایداری را معرفی کردند. امیدی و همکاران (۲۴) نیز در بررسی سازگاری و پایداری لاین‌های جدیدی از گلرنگ در شرایط محیطی مختلف از روش‌های پایداری ابرهارت و راسل، ضریب تغییرات، ضریب رگرسیون و مجموع رتبه برای شناسایی لاین‌های پایدار استفاده کردند. با توجه به این‌که گزینش بر اساس هر یک از روش‌های پایداری با نتایج متناقضی همراه است و محققین از روش‌های متفاوتی در شناسایی ارقام پایدار استفاده می‌کنند با این حال تا کنون روش کاملاً قابل قبولی وجود ندارد. نتایج حاصل از این تحقیق نیز نشان داد بر اساس هر یک از روش‌های مورد استفاده لاین‌های پایدار متفاوتی شناسایی شدند. با این وجود، با توجه به کلیه روش‌های پایداری و با در نظر گرفتن عملکرد لاین‌ها در سال‌ها و مکان‌های مختلف به‌طورکلی لاین‌های Sel.515، Sel.689 و Sel.554 به‌ترتیب با میانگین عملکرد ۵۴۵۹/۷۰، ۵۶۶۹/۱۹ و ۵۶۸۷/۸۵ کیلوگرم در هکتار از لاین‌های پایدار و سازگار به شرایط دیم شناسایی شدند.



شکل ۱- نمایش دو بعدی پراکنش لاین‌های خلر مورد مطالعه بر اساس ضریب تغییرات و میانگین عملکرد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

جدول ۴- پارامترهای مختلف پایداری برای عملکرد علوفه در لاین‌های پیشرفته خلر

معیار همزمان عملکرد پایداری	مجموع رتبه کنگ	ضریب تغییرات محیطی	انحراف از رگرسیون	ضریب رگرسیون	واریانس پایداری شوکلا	اکووالانس ریک	عملکرد (Kg/h)	لاین	شماره لاین
۱۱	۱۱	۳۵/۳۸	۱۴۸۳۰۰۶/۲۳	۰/۹۹۴^{ns}	۳۴۵۴۷۲/۰۸	۲۷۵۲۴۵۱/۱۱	۵۴۵۹/۷۰	Sel. 515	۱
۴	۱۵	۳۷/۶۸	۱۶۲۴۴۳۳/۸۴	۱/۰۰۷^{ns}	۳۵۹۹۱۲/۳۵	۲۸۵۱۴۷۰/۰۸	۵۰۹۴/۸۵	Sel.1326	۲
۱۸	۱۵	۳۷/۶۰	۳۱۵۱۸۷۲/۷۷	۱/۲۰۸**	۱۲۴۶۷۲۵/۵۰	۸۹۳۲۴۷۴/۳۲	۶۱۷۶/۸۵	Sel. 474	۳
۱	۱۴	۳۲/۱۰	۱۹۵۱۵۷۱/۷۰	۰/۷۳۵**	۱۳۹۲۶۳۷/۳۰	۹۹۳۳۰۱۲/۲۹	۴۸۲۵/۹۶	Sel. 1329	۴
۱۴	۱۴	۳۷/۴۴	۱۰۵۸۷۵۸/۹۱	۱/۰۸۲^{ns}	۶۰۰۱۳۰/۱۵	۴۴۹۸۶۷۷/۸۳	۵۶۶۹/۱۸	Sel. 689	۵
۶	۱۷	۳۸/۶۳	۱۶۹۴۹۵۵/۸۷	۱/۰۸۷**	۱۰۶۰۴۸/۷۸	۱۱۱۰۶۹۱/۳۴	۵۲۵۶/۷۷	Sel. 459	۶
۹	۱۹	۴۰/۴۹	۲۷۸۱۶۲۹/۴۸	۱/۱۴۱**	۲۹۸۷۴۳/۰۲	۲۴۳۲۰۲۳/۲۸	۵۳۴۷/۵۹	Sel. 669	۷
۰	۱۴	۳۰/۴۲	۵۷۸۹۸۲/۰۳	۰/۶۹۴**	۱۴۵۸۸۲۹/۱۰	۱۰۳۸۶۸۹۹/۱۱	۴۷۸۹/۷۷	Sel. 1307	۸
۱۵	۱۲	۳۷/۱۸	۲۶۰۷۲۵۲/۴۸	۱/۰۶۶^{ns}	۷۰۱۰۶۸/۴۰	۵۱۹۰۸۲۵/۸۷	۵۶۸۷/۸۵	Sel. 554	۹
-۱	۱۸	۳۵/۶۷	۱۲۲۶۲۵۴/۹۸	۰/۹۰۳**	۷۱۵۹۸۵/۴۴	۵۲۹۳۱۱۴/۱۳	۴۷۷۵/۶۲	Sel. 1332	۱۰
۱۰	۱۹	۴۲/۳۷	۱۸۹۳۰۲۳/۳۲	۱/۲۱۰**	۳۶۶۳۸۴/۹۷	۲۸۹۵۸۵۳/۷۶	۵۳۹۵/۸۸	Sel. 678	۱۱
۱۲	۱۱	۳۵/۸۰	۳۰۴۱۸۳۲/۱۷	۰/۹۶۹^{ns}	۶۸۷۲۱۵/۶۱	۵۰۹۵۸۳۵/۳۳	۵۴۸۵/۴۴	Sel. 736	۱۲
۲	۱۴	۳۴/۸۸	۹۸۵۸۸۹/۵۰	۰/۸۸۷**	۶۷۱۷۳۳/۳۵	۴۹۸۹۶۷۱/۲۲	۴۸۳۸/۹۶	Sel. 1327	۱۳
۵	۱۷	۳۷/۹۷	۱۶۶۵۰۹۴/۵۰	۱/۰۱۸^{ns}	۴۴۴۸۵۶/۳۸	۳۴۳۳۹۴۳/۴۳	۵۲۰۸/۶۲	Sel. 1321	۱۴

ns و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

منابع

1. Abd El-Moneim, A.M., M.A. Khair and P.S. Cocks. 1990. Growth analysis, herbage and seed yield of certain forage legume species under rainfed conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 164: 34-41.
2. Abdel-Moneim, A.M. 1993. Agronomic potential of three vetches (*Vicia* spp.) under rainfed conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 170: 113-120.
3. Abdmishani, C. and A.A. Shahnejat-Bushehri. 2008. Advanced Plant Breeding. Volume I: Conventional Plant Breeding. University of Tehran press, 320 pp.
4. Abdollahnezhad, K., O. Alishah and S. Sairani. 2005. The assessment of genotype x environment interaction and yield stability on new cotton hybrids using parametric methods. Journal of Agricultural Scienes and Natural Resources, 12: 71-79 (In Persian).
5. Aghaee, M., M. Mogaddam, M. Valizadeh and H. Kazemey Arbat. 1994. Stability and correlation analysis of grain yield in some barely cultivars. Proceedings of the 3rd Iranian Congress of Crop Production and Plant Breeding. University of Tabriz, Iran, 150 pp (In Persian).
6. Ansari, H. 2002. Note on the status of research on safflower cultivation in Sindh province of Pakistan. Sesame and Safflower Newsletter, 17: 76-79.
7. Dashtaki, M., A. Yazdansepas, T. Najafi-Mirak, M.R. Ghannadha, R. Joukar, M.R. Islampour, A.A. Moayedi, A.R. Kouchaki, M. Nazeri, M.S. Abedi Oskooie, G. Aminzadeh, R. Soltani and S. Ashouri. 2004. Stability of grain yield and harvest index in winter and facultative bread wheat (*Triticum aestivum*) genotypes. Seed and Plant Improvement Journal, 20: 263-580 (In Persian).
8. Ebadi Segherloo, A., S.H. Sabaghpour, H. Dehghani and M. Kamrani. 2008. Nonparametric measures of phenotypic stability in chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.). Euphytica, 162: 221-229.
9. Eberhart, S.A. and W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6: 36-40.
10. Finlay, K.W. and G.N. Wilkinson. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. Australian Journal of Agricultural Research, 14: 742-754.
11. Francis, T.R. and G.N. Kannenberg. 1978. Yield stability studies in short-season maize. 1. × A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
12. Hamdi, A., W. Erskine and P. Gates. 1992. Adaptation of lentil seed yield to varying moisture supply. Crop Science, 32: 987-990.
13. Jahromi, M.H.M.A., M. Khodarahmi, A.R. Mohammadi, A. Mohammadi and R.S. Ghoule-Moghaddam. 2010. Phenotypic plasticity analysis of promising durum wheat genotypes in dry and warm climate of Iran. Agronomy and Plant Breeding, 6: 61-70 (In Persian).
14. Jamshidi Moghaddam, M. and S. Pourdad. 2013. Evaluation of Seed Yield Adaptability of Spring Safflower Genotypes Using Nonparametric Parameters and GGE Biplot Method in Rain-fed Conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 29: 45-63 (In Persian).
15. Kang, M.S. 1988. A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. Cereal Research Communications, 16: 113-115.
16. Kang, M.S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: consequences for growers. Agronomy Journal, 85: 754-757.
17. Kebriaee, A.A., S. Yazdan Sepas, S. Keshavarz, M.R. Bihamta and T. Najafi-Mirak. 2007. Stability of grain yield in promising winter and facultative wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. Crop Science, 3: 225-236.
18. Kozak, M., J. Bocianowski and W. Rybinski. 2008. Selection of promising genotypes based on path and cluster analyses. Journal of Agricultural Science, 146: 85-92.
19. Liang, D.R. and R.A. Fischer. 1977. Adaptation of semi dwarf wheat cultivars to rainfed conditions. Euphytica, 26: 129-134.
20. Lin, C.S. and M.R. Binns. 1988. A method of analyzing cultivar× location× year experiments: A new stability parameter. Theoretical and Applied Genetics, 75: 425-430.
21. Lin, C.S., R. Binns and L.P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: where do we stand? Crop Science, 26: 894-900.
22. Mahfoozi, S., A. Amini, M. Chaichi, S.Sh. Jasemi, M. Nazeri, M.S. Abedi Oskooie, G. Aminzadeh and M. Rezaie. 2009. Study on Grain Yield Stability and Adaptability of Winter Wheat Genotypes Using Different Stability Indices under Terminal Drought Stress Conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 25: 65-72 (In Persian).
23. Mohebodini, M., H. Dehghani, S.H. Sabaghpour. 2006. Stability of performance in lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes in Iran. Euphytica, 149: 343-352.
24. Omidi, A.H., M.R. Shahsavari, S. Motalebipour and A.A. Mohammadi. 2010. Estimation of adaptability and stability of new spring safflower lines for seed and oil yields in different environmental conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 26: 351-366 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

25. Roemer, T. 1917. Sin die ertragsreichen sorten ertragssicherer. Ertragssicherer Mitt DIG, 32: 87-89.
26. Rousataii, M., D. Sadeghzadeh Ahari, A. Hesami, K. Soleymani, H. Pashapour, K. Nader-Mahmoud, M.M. Pour Siah Bidi, M. Ahmadi, M. Hassanpour Hosni and G. Abediasl. 2003. Study of adaptability and stability of grain yield of bread wheat Genotypes In cold and moderate-cold dry land Areas. Seed and Plant Improvement Journal, 19: 263-275 (In Persian).
27. Sabaghnia, N., H. Dehghani and S.H. Sabaghpour. 2006. Non-parametric methods for interpreting genotype×environment interaction of lentil genotypes. Crop Science, 46: 1100-1106.
28. Sabaghpour, S.H. 2007. Stability analysis of grain yield for promising lentil lines in autumn planting under dry land conditions. Iranian Journal of Crop Sciences, 8: 312-322 (In Persian).
29. Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype - environmental components of variability. Heredity, 29: 237- 245.
30. Soughi, H., M. Vahabzadeh, M. Kalateh Arabi, J.A. Jafarby, S. Khavarinejad, M. Ghasemi, H. Fallahi and A. Amini. 2009. Study on Grain Yield Stability of some Promising Bread Wheat Lines in Northern Warm and Humid Climate of Iran. Seed and Plant Improvement Journal, 25: 211-222 (In Persian).
31. Souroush, H.R. 2005. Study of grain yield stability in rice (*Oryza sativa* L.) promising genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 7: 112-122 (In Persian).
32. Thomason, B.D. and K.H.M. Siddique. 1997. Grain legume species in low rainfall Mediterranean-type environments. II. Canopy development, radiation interception and dry-matter production. Field Crops Research, 54: 189-199.
33. Vaz Patto, M.C., B. Skiba, E.C.K. Pang, S.J. Ochatt, F. Lambein and D. Rubiales. 2006. Lathyrus improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical breeding to marker assisted selection. Euphytica, 147: 133-147.
34. Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur refassung der okologischen streubretite in feldversuchen. Flazenzuecht, 47: 92-96.
35. Zhiani, E., A. Yazdansepas, S.A. Peyghambari M. Khodarahmi. 2010. Study on Stability of advanced winter and facultative bread wheat genotypes for grain yield in some cold regions. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 6: 37-49 (In Persian).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]

Evaluation of Forage Yield Stability of Advanced lines of Grass pea (*Lathyrus sativa* L.) by Parametric and Non- parametric Methods

Jafar Ahmadi[1], Behroz Vaezi[2] and Alireza Pour-Aboughadareh[3]

1- Associate Professor, Imam Khomeini International University
(Corresponding author: njahmadi910@yahoo.com)
2- Faculty member of Gachsaran Agricultural Research Station
3- Ph.D. Student Imam Khomeini International University
Received: March 9, 2014 Accepted: May 18, 2014

Abstract

In order to evaluate the stability and response of advanced lines of grass pea under rainfed conditions, fourteen lines were studied in a randomized complete block design with three replications at three research stations located in Khoram Abad, Kermanshah and Gachsaran during 2005-2008. Based on combined ANOVA analysis the effects of line, year × location, line × location and line × year × location were significant. Forage yield stability has determined by some parameters including Eberhart & Russell, Wrick's eco-valance, Finlay and Wilkinson, coefficient of variance, stability variance, sum rank and yield stability. Based on Eberhart and Russell parameter the lines 6, 10, 13 and 2 were identified as stable lines. The regression coefficient of lines 1, 2, 5, 9. 12 and 14 were equivalent b = 1. Based on Wrick's eco-valance and stability variance parameters, the lowest values were related to lines 6, 7, 1 and 2. Based on coefficient of variance the lines 1, 5, 9 and 12 had higher stability. In the terms of sum rank lines 1, 9 and 12, were selected as desirable lines. Also, in yield stability method the lines 3, 9, 5 and 12 had the most stability. Despite the differences in the results of various stability parameters, lines 1 (Sel. 515), 5 (Sel. 689) and 9 (Sel. 554) with averages forage yields of 5459.70, 5669.19 and 5687.85 kg/h were identified as stable lines as well as adapted to rainfed conditions.

Keywords: Grass Pea, Forage Yield and Rain-Fed Conditions, Stability Analysis

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-10]

[DOI: 10.18869/acadpub.jcb.8.17.159]