Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Crop Production

Print ISSN: 2008- 739x
Online ISSN: 2008- 7403

Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Sciences

Evaluation of salinity stress tolerance of the high-product grass pea (*Lathyrus sativus*) genotypes

Seyed Arsalan Asadi[1], Alireza Pourmohammad[2*]

1 M.Sc. Graduate of Plant Breeding, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran, Email: arsalanasadi1369@yahoo.com

2 Corresponding Author, Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran, Email: pourmohammad@ymail.com

Article Info

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2023-7-24
Accepted: 2023-12-9

Keywords:
Cluster analysis
Principal component analysis
Forage Yield

ABSTRACT

Background and objectives: Grass pea (*Lathyrus sativus* L.), an annual pulse crop belonging to the family of Fabaceae is under grown for food and feed purposes. *Lathyrus* genus involve in 187 species and subspecies, are cultivated for grain and forage purposes. The world demand for legume proteins is increasing for animal feeding. Grass pea would be a nice alternative for cropping systems in marginal lands and environments. This crop is relatively tolerant to several abiotic stresses; making it a reliable candidate for expansion in the semiarid areas of the world which are predicted to become more drought-prone due to climate change.

Materials and methods: This research was carried out in Plant Production and Breeding Department, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, East Azerbaijan Province, Iran. The twenty-five grass pea genotypes were provided by ICARDA. In order to evaluate genotypes in terms of salinity tolerance, genotypes were studied at factorial experiments in completely random design with two replications in 2017. Salinity treatments were applied at four levels (0, 40, 80 and 120 mM of NaCl). Different seedlings traits in the laboratory and agronomic trait in pots in the field of were evaluated.

Results: The genotypes had significant differences in most of the studied traits. With increasing salinity levels plant height, shoot weight, number of branches, shoot dry weight, leaf width, leaf number, first branch location and seedling time, root length, length of shoots, seedling length, root dry weight and stem dry weight were decreased. The cluster analysis of high-yielding genotypes based on the standardized mean with Euclidean distance and Ward algorithm divided the studied genotypes into three clusters. The first cluster included genotypes 19 and 20. The genotypes 24, 25, 8, 16, 10, 2, and 5 were located into the second cluster, and finally, the third cluster included genotypes 3, 6, 1, 7, 23, 15, 4, 22, 18, 14, 13, 12, 11, 21, 9 and 17. Principal component analysis (PCA) reduced the traits in three main components with 70.25 % of variation, which according to the results the first component was named the grain yield component and the second component as the number of leaves. These

components can be used in breeding programs for the selection of genotypes and breeding goals in resistance to salt stress.

Conclusion: With increasing in salinity levels, the yield significantly decreased compared to the control. Genotypes 21 and 18 had the highest and lowest germination rates, respectively, and genotypes 8 and 15 had the highest and lowest germination percentages, respectively. In terms of the durability of genotypes to salinity, genotypes 8, 9, 10, 12, 13, 14, 23, and 24 were the best genotypes and the most sensitive genotypes to salinity with low performance were genotypes 19 and 20. Genotypes 5, 14, 10, 16, 21, 24 and 25 (control) had the highest yield.

Cite this article: Asadi, S.A., Pourmohammad, A.R. 2024. Evaluation of salinity stress tolerance of the high-product grass pea (*Lathyrus sativus*) genotypes. *Crop Production Journal*, 17 (1), 1-18.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/ejcp.2024.21615.2596
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

تولید گیاهان زراعی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۷۳۹x
شاپا الکترونیکی: ۲۰۰۸-۷۴۰۳
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران

ارزیابی تحمل به تنش شوری در بین ژنوتیپ‌های پرمحصول خلر زراعی (*Lathyrus sativus*)

سید ارسلان اسدی[۱]، علیرضا پورمحمد[۲*]

[۱] دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، ایران، رایانامه: arsalanasadi1369@yahoo.com

[۲] نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، ایران، رایانامه: pourmohammad@ymail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۸

واژه‌های کلیدی:
تجزیه کلاستر
تجزیه به مولفه‌های اصلی
عملکرد علوفه

چکیده

سابقه و هدف: خلر (*Lathyrus sativus* L.)، یک گیاه علوفه‌ای یکساله متعلق به خانواده Fabaceaeاست که برای مصارف غذایی و دامی کشت می‌شود. جنس لاتیروس مجموعه ای از ۱۸۷ گونه و زیرگونه است که برای اهداف دانه‌ای و علوفه‌ای کشت می‌شوند. تقاضای جهانی برای پروتئین لگوم‌ها برای تغذیه حیوانات در حال افزایش است. خلر جایگزین خوبی برای سیستم‌های کشت در اراضی و محیط‌های حاشیه‌ای خواهد بود. این گیاه، به تنش‌های غیرزیستی گوناگون به طور نسبی متحمل است که آن را به یک گزینه قابل اعتماد برای توسعه کشت در مناطق نیمه خشک جهان تبدیل می‌کند که پیش‌بینی خشکسالی در آن مناطق به دلیل تغییرات آب و هوایی دور از انتظار نیست.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در آزمایشگاه و مزرعه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه انجام شد. ژنوتیپ‌ها از موسسه ایکاردا به همراه رقم بومی تهیه شدند و به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های پرمحصول خلر از نظر تحمل به شوری، تعداد ۲۵ ژنوتیپ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تکرار داخل گلدان مورد مطالعه قرار گرفتند. تیمارهای شوری در چهار سطح صفر، ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار نمک NaCl اعمال شد. صفات مختلف گیاهچه‌ای و زراعی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: اختلاف بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در اکثر صفات معنی‌دار بود. با افزایش سطوح شوری، صفات زراعی ارتفاع بوته، وزن تر شاخساره، تعداد شاخه، وزن خشک شاخساره، عرض برگ، تعداد برگ، محل شاخه اولی و همچنین در گیاهچه صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافتند. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین استاندارد شده صفات زراعی با استفاده از روش وارد و توان دوم فاصله اقلیدسی، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به سه خوشه تقسیم‌بندی کرد. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ و ۲۰ بود. خوشه دوم ژنوتیپ‌های شماره ٢٤، ٢٥، ٨، ١٦، ١٠، ٢ و ٥ را در برداشت و در نهایت، خوشه سوم نیز در برگیرنده ژنوتیپ‌های شماره ٣، ٦، ١، ٧، ٢٣، ١٥، ٤، ٢٢، ١٨، ١٤، ١٣، ١٢، ١١، ٢١، ٩ و ١٧ بود. همچنین در تجزیه به مولفه‌های اصلی بر

اساس صفات زراعی، سه مؤلفه اصلی اول، ۷۰/۲۵ درصد از تنوع را توجیه کردند که براساس نتایج بدست آمده، مؤلفه اول به عنوان مؤلفه عملکرد دانه و مؤلفه دوم به عنوان تعداد برگ نام-گذاری گردید. از این مولفه‌ها می‌توان در برنامه‌های بهنژادی برای گزینش ژنوتیپ‌ها و اهداف اصلاحی در مقاومت به تنش شوری استفاده کرد.

نتیجه‌گیری: با افزایش سطوح شوری، عملکرد علوفه در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری یافت. ژنوتیپ های ۲۱ و ۱۸ به ترتیب بیشترین و کمترین سرعت جوانه زنی و ژنوتیپ های ۸ و ۱۵ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی بودند. از نظر تحمل ژنوتیپ‌ها نسبت به شوری، ژنوتیپ های ۸، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۲۳، ۲٤ بهترین ژنوتیپ‌ها و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به شوری با عملکرد پایین، ژنوتیپ های ۱۹ و ۲۰ بودند. ژنوتیپ های ۵، ۱٤، ۱۰. ، ۱٦، ۲۱، ۲٤ و ۲۵ (شاهد) بیشترین عملکرد را داشتند.

استناد: اسدی، سید ارسلان؛ پورمحمد، علیرضا. (۱٤۰۳). ارزیابی تحمل به تنش شوری در بین ژنوتیپ¬های پرمحصول خلر زراعی (*Lathyrus sativus*). *مجله تولید گیاهان زراعی*، ۱۷ (۱)، ۱۸-۱.

DOI: 10.22069/ejcp.2024.21615.2596

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

خلر با نام علمی (*Lathyrus sativus* L.) گیاهی خزنده و یک ساله، متعلق به خانواده بقولات است که شامل ۱۵۰ زیرگونه یکساله و چندساله است (۱). خلر به عنوان یک منبع پروتئین، گیاهی بسیار با ارزش، برای دام و طیور است (۲). در خلر وجود پتانسیل بالای عملکرد، پروتئین، تثبیت نیتروژن، تحمل به خشکی، شوری و غرقابی آن را نسبت به سایر بقولات ممتاز ساخته است. خلر یکی از محصولات با اهمیت اقتصادی زیاد به ویژه در کشورهای در حال توسعه از جمله هند، بنگلادش، پاکستان، نپال و اتیوپی است (۳). دانه خلر یک مکمل پروتئین خوب (۲٤ تا ۳۱ درصد) به رژیم غذایی مبتنی بر غلات مردمان فقیر در مناطق تولید اصلی خود است (٤). در این میان تقاضا برای منابع پروتئین دامی به سرعت در جهان در حال افزایش بوده و هر ساله به نیاز برای تولید بیشتر منابع پروتئین دامی افزوده می‌شود. گیاهان علوفه‌ای دارای نقش عمده‌ای در تغذیه دام بوده و جزء مهم‌ترین گیاهان زراعی دنیا طبقه‌بندی می‌شوند. با این وجود در بیشتر کشورهای جهان تحقیق و پژوهش در ارتباط با افزایش تولید و بهبود خصوصیات کیفی این گیاهان در مقایسه با سایر محولات زراعی اندک است. در کشور ما نیز با توجه به کمبود مراتع غنی و فشار دام بر آن‌ها بررسی و مطالعه پیرامون کشت این محصولات اهمیت ویژه ای دارد (۵).

اصلاح گیاهان زراعی مقاوم به شوری، راهبردی مهم در بهبود عملکرد در خاک‌های شور است. ژن‌های نامطلوب اغلب همراه با صفات مطلوب منتقل می‌شوند و انتقال الل مطلوب در بین گونه‌ها را محدود می‌کنند. با این حال پیشرفت‌ها در اصلاح ارقام زراعی متحمل به شوری در حال انجام است (٦). استفاده از ژن‌های اقوام وحشی گیاهان زراعی به عنوان یک منبع مقاومت به شوری می‌تواند طیف وسیعی از تنوع و تولید محصول را گسترش دهد (۷). برای کاهش شوری دو راه حل وجود دارد که یکی اصلاح گیاهان برای سازگاری با محیط شور و دیگری بهود شرایط خاک برای رشد بهتر گیاهان. گزینه دوم یعنی آبیاری و زهکشی مناسب برای عملکرد بالا هزینه‌های زیادی را در بر می‌گیرد. اطلاعات در دسترس نشان می‌دهد که در کنار بهبود خاک، استفاده از گونه مقاوم به شوری یک راهبرد خوب برای تولید محصول در خاک‌های شور است. با این حال، ترکیبی از این دو روش ممکن است راهکار مناسب‌تری برای بهبود بازده محصول در خاک‌های شور باشد (۸). اصلاح ارقام متحمل به نمک با روش‌های مرسوم به دلایل مختلف موفقیت را محدود کرده است. از این رو، مهندسی ژنتیک برای اصلاح گیاهان متحمل به شوری وارد عمل شده است (۹). وزن خشک اندام هوایی و ریشه، حجم ریشه و نسبت اندام‌های هوایی به ریشه، از جمله پارامترهای مهم در مطالعات تنش شوری بر رشد گیاهان تلقی می‌شوند، زیرا ریشه‌ها به طور مستقیم با خاک وشوری آن در ارتباط هستند و با جذب آب از خاک آن را در اختیار اندام‌های هوایی قرار می‌دهند. مشاهده شده است که با افزایش شدت تنش شوری وزن خشک ریشه و همچنین حجم ریشه کاهش پیدا می‌کند. جمیل و همکاران (۱۰) با بررسی اثر شوری بر گونه‌های مختلف گیاهی گزارش شده است که رشد ریشه‌ها، بیشتر از اندام‌های هوایی تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرد. استفاده از گونه متحمل به نمک و یا ژنوتیپ درون گونه، یک استراتژی بسیار خوبی است (۱۱). یکی از شاخص‌های رشدی گیاه، نسبت ریشه به اندام هوایی است و معمولاً این نسبت در گیاهان ثابت می‌باشد. شوری باعث کاهش رشد اندام هوایی و ریشه گیاه می‌شود. به این ترتیب در اثر شوری نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش می‌یابد (۱۲). اثر شوری بر وزن

خشک ریشه، کمتر از اندام های هوایی گیاه است، این واکنش گیاه گویای این واقعیت است که اندام‌های هوایی زودتر یا بیشتر از ریشه تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند (۱۳).

برای بهبود صفت تحمل شوری در گیاهان زراعی می‌توان از تنوع ژنتیکی بین و درون گونه‌ها از طریق گزینش و اصلاح استفاده کرد (١٤). اساسی‌ترین اقدام در اصلاح گیاهان برای مقاومت به شوری یا تنش‌های محیطی دیگر، ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف در معرض تنش مورد نظر و انتخاب ژنوتیپ‌هایی با تحمل بیشتر است. این روش مستلزم وجود تنوع درون گونه‌ای کافی و وجود روش‌های مناسب برای غربال کردن تعداد زیادی گیاه است. اما ارائه یک روش مناسب برای غربال کردن و شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به دلیل پیچیدگی کنترل ژنتیکی و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط، مشکل است. (۱۵). با توجه به مطالب ذکر شده، هدف این بررسی، مطالعه واکنش ژنوتیپ‌های پرمحصول خلر نسبت به سطوح مختلف شوری با ارزیابی برخی ویژگی‌های گیاهچه‌ای و زراعی و مشخص کردن ژنوتیپ‌های متحمل به تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی ژنوتیپ‌های خلر از نظر تحمل به شوری، ۲۵ ژنوتیپ خلر شامل ٢٤ ژنوتیپ اصلاح شده با عملکرد بالا از موسسه ایکاردا و یک ژنوتیپ محلی مراغه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تکرار در گلدان در اول اردیبهشت ۱۳۹٦ در گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه مورد مطالعه قرار گرفت. گلدان‌های مورد استفاده دارای ابعاد قطر دهانه بالا ٢٦، قطرکف ۱۲ و ارتفاع ٢٤ سانتی‌متری و خاک مورد استفاده برای کشت به نسبت ۱:۲ خاک زراعی:کود دامی بود. سطوح شوری در این آزمایش در چهار سطح صفر، ٤٠، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار نمک NaCl اعمال شد (١٦). روش کار به این صورت بود که ابتدا گلدان‌ها پر از خاک شد و قبل از کاشت آنها آبیاری گردید. سپس از هر ژنوتیپ ۱۰ بذر انتخاب شد و بذور به مدت شش ساعت در آب قرار داده شد تا رطوبت کافی و آمادگی لازم را برای کشت داشته باشند. سپس بذور در عمق دو سانتی‌متری در روز اول اردیبهشت، کشت گردید و روی گلدان‌ها با پلاستیک به مدت یک هفته پوشانده شد تا رطوبت خود را از دست ندهند. بعد از ۱۰ روز بذرها جوانه زدند و یک روز در میان از آنها بازید و درصد سبز شدن و سرعت جوانه‌زنی ژنوتیپ‌ها یاداشت گردید. تنک کردن گلدان‌ها در تاریخ اول خرداد، یعنی همزمان با مرحله رشدی تشکیل برگ‌های اصلی انجام گرفت. در هر گلدان تعداد پنج عدد بوته نگه داشته شد و مابقی بصورت جداگانه در داخل پاکت‌های کاغذی گذاشته و در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. صفات گیاهچه‌ای مورد اندازه‌گیری (١٦) شامل طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه بودند. اعمال تنش شوری در تاریخ هفت خرداد یعنی در مرحله تشکیل برگ‌های اصلی انجام شد و این کار تاپایان برداشت محصول ادامه داشت. صفات زراعی مورد اندازه‌گیری در برداشت نهایی عبارت بودند از ارتفاع بوته، تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد شاخه، تعداد برگ، وزن تر میوه، وزن خشک میوه، وزن خشک شاخساره، وزن تره شاخساره، طول برگ، عرض برگ، محل شاخه اولی (ارتفاع اولین شاخه از سطح خاک با خط کش)، زاویه برگ، کرک، تعداد ریزوم و عمق ریزوم (۱۷)، طول ریشه، گلدهی، غلاف‌دهی، سرعت

جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و دوام ژنوتیپ‌ها (برای ارزیابی آن در سطوح مختلف شوری از اوایل رشد تا آخرین مرحله خشک شدن بوته‌ها، به‌صورت یک روز در میان، به صورت یک برای زنده و صفر برای مرده، مورد شمارش قرار گرفتند که در آخر تعداد شماره‌ها برای هر ژنوتیپ جمع گردید).

قبل از تجزیه داده‌ها، مفروضات تجزیه واریانس داده‌ها بررسی و مقایسه میانگین با روش LSD انجام گردید. برای تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها از معیار فاصله اقلیدسی و روش وارد استفاده شد. نقطه برش دندروگرام با استفاده از تجزیه تابع تشخیص تعیین گردید. برای تعین خصوصیات هر گروه حاصل از تجزیه خوشه‌ای از نظر صفات مورد مطالعه، میانگین هر خوشه برای هر صفت و درصد انحراف آن از میانگین کل محاسبه شد. همچنین تجزیه به مولفه‌های اصلی برای کاهش متغیرها استفاده گردید. برای انجام تجزیه آماری از نرم افزارهای SAS 8 و SPSS 24 استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس: جدول ۱، تجزیه واریانس صفات گیاهچه‌ای را نشان می‌دهد که در آن، تاثیر ژنوتیپ بر روی صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، و همچنین تأثیر شوری بر طول ریشه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه در سطح احتمال آماری یک درصد معنی‌دار بود. طول ساقه و ریشه از مهم‌ترین صفات اثر تنش‌های محیطی، به ویژه تنش شوری محسوب می‌شود؛ زیرا ریشه در تماس مستقیم با خاک بوده و آب و املاح را از خاک جذب می‌کند و ساقه آن را به سایر قسمت های گیاه منتقل می‌کند؛ بنابراین، تغییرات طولی ساقه و ریشه، نشانهٔ مهمی برای پاسخ گیاهان به تنش شوری به حساب می‌آید (۱۰) در مطالعه‌ای با افزایش تحمل به شوری در یونجه، هم در داخل توده‌ها و هم در بین توده‌ها، وزن خشک ساقه و ریشه، تعداد ساقه و ارتفاع ساقه اصلی نیز افزایش یافت. این واکنش، اثر غیرمستقیم مکانیسم‌های فیزیولوژیکی تحمل به شوری است که در کاهش اثرات زیان آور شوری در رشد گیاهان عمل می‌کنند (۱۸). در آزمایشی نشان داده شد که تنش شوری موجب کاهش درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه و اندام‌های هوایی، وزن تازه ریشه و اندام‌های هوایی در سبزی‌ها گردید (۱۹). همچنین بالا بودن نسبت اندام هوایی به ریشه و سرعت رشد نسبی بالا از عواملی است که در کاهش تجمع نمک در برگ‌ها دخالت دارد. به همین دلیل ریشه نقش کلیدی در واکنش گیاه به تنش شوری ایفا می‌کند (۲۰). در مطالعه‌ای دیگر، جهت مقایسه اثر شوری بر روی چهار رقم خلر شامل ارقام اردبیل، شهرکرد، مشهد و زنجان، شوری اثر معنی‌داری بر صفات جوانه زنی بذر داشت و تاثیر آن بر طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه معنی دار بود. افزایش غلظت کلرید سدیم، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه را کاهش داد (۲۱). در شبدر نشان داده شده است که با افزایش شوری، جوانه‌زنی بذور، تعداد گره، سطح برگ، وزن خشک کل بوته، درصد نیتروژن، عملکرد نیتروژن و غلظت پتاسیم کاهش می‌یابد، اما غلظت سدیم در اندام هوایی افزایش یافت (۲۲). در تحقیق سه ساله بر روی گندم، سویا، ذرت، شبدر شیرین و چاودار مشخص شده است که با افزایش شوری، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد (۲۳). بویراحمدی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که کلیه صفات رشد اندازه گیری شده در شبدر ایرانی در پاسخ به افزایش شوری کاهش معنی‌داری نشان

دادنـد(۲٤). داداشـی چـوان و همکـاران (۲۰۲۱) در ارزیابی تحمـل بـه شـوری در ژنوتیـپ‌هـای عـدس، اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها در پاسـخ بـه تـنش شوری گزارش کردنـد کـه افـزایش میـزان خسـارت، متناسب با افزایش تنش شوری بود. نتـایج حاصـله از پژوهش حاضر نشـان داد کـه تـاثیر شـوری بـر روی صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طـول گیاهچـه، وزن خشـک ریشـه‌چـه معنـی‌دار، ولـی وزن خشـک ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه غیر معنـی‌دار بـود. بـا توجه به جدول یک ملاحظه می‌شود کـه اثـر متقابـل ژنوتیپ در شوری در هیچ کـدام از صـفات معنـی‌دار نبود که با نتایج آزمایش سایر پژوهشـگران همخـوانی ندارد که می‌تواند ناشی از مواد آزمایشی باشد (۲۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات گیاهچه‌ای مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های خلر تحت تنش شوری

Table 1. Analysis of variance of studied seedling traits in grass pea genotypes under salinity stress

منبع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)							
		نسبت وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه Plumule Dry Weight / Rootlet Dry Weight	نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه Plumule Length/ Radicle Length	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling Dry Weight	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule Dry Weight	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Rootlet Dry Weight	طول گیاهچه (سانتی متر) Seedling Length	طول ساقه‌چه(سانتی متر) Plumule Length	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle Length
ژنوتیپ Genotype	24	2.50	0.23	39	31	2**	9.97**	2.184**	5.01**
شوری Salinity	3	43.24**	6.45*	14	26	4**	216.43**	1.480	187.62**
ژنوتیپ × شوری Genotype*Salinity	72	2.39	0.15	30	27	7	5.33	1.073	2.26
خطا	100	3.25	0.185	29	27	1	4.23	0.993	2.20
ضریب تغییرات (٪) C.V.	-	83.28	41.52	62.84	92.87	34.32	23.14	24.27	31.01

مقایسـه میـانگین سـطوح شـوری و ژنوتیـپ‌هـا: همانطوریکه جدول (۲) نشان می‌دهد بیشترین مقـدار صفات طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طـول گیاهچـه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، مربوط بـه شوری سطح یک (شاهد) و کمترین مقدار آنها مربوط به بالاترین سطح شـوری اسـت. در گزارشـی دیگـر، شوری اثر منفی بر جوانه‌زنی گیاهچه‌های نخود داشت و کمترین درصد جوانه‌زنی در بالاترین سطح شـوری و بیشترین آن در شاهد مشاهده شـده اسـت (۲٦). در تحقیق سه ساله بر روی گندم، سویا، ذرت، شبدر شیرین و چاودار مشخص شد که با افزایش شوری، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به طور قابل توجهی کاهش پیدا کرد (۲۳). در یـک بررسـی روی گیاهـان نخـود، فلفل و نخود فرنگی انجام شده است طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با افزایش شوری در آنها کـاهش پیـدا کـرده است (۲۷). ریشه‌چه به سبب آنکه گیـاه را در ارتبـاط مستقیم با خاک قرار می‌دهد و جذب آب و امـلاح را در ابتدای زندگی گیاه میسر می‌سـازد و سـاقه‌چـه بـه دلیل فراهم نمودن مواد مورد نیاز گیاه از ریشـه‌چـه و انجام فرایند فتوسنتز از اهمیت ویـژه‌ای برخوردارنـد. (۲۸). تنش شوری همچنین وزن تر و خشک برگ‌ها، ساقه‌ها و ریشه‌هـا را بـه طـور قابـل تـوجهی کـاهش میدهد، کاهش تعداد برگ و پنجه گیاه و طول و سطح ریشه از دیگر آثار سوء شوری بیان شده است (۲۹).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش شوری بر روی صفات مورد ارزیابی گیاهچه‌ای

Table 2- Mean comparison of salinity stress on seedling evaluated traits

Salinity (mM) شوری (میلی‌مولار)	وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه Plumule Dry Weight / Rootlet Dry Weight	طول ساقه‌چه به ریشه‌چه Plumule Length/ Radicle Length	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Rootlet Dry Weight (g)	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling Length (g)	ول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle Length (g)
شاهد Control	1.1878	0.6202	0.0044	11.760	6.489
40	1.9084	1.0159	0.0030	8.791	4.557
80	2.1462	1.0097	0.0028	8.170	4.187
120	3.4194	1.4977	0.0020	9.836	2.905
LSD (1%)	2.031	0.537	0.0012	2.57	1.85

جدول (۳) میانگین صفات انـدازه گیـری شـده را برای ۲۵ ژنوتیپ خلر نشان می‌دهد. برای هـر صـفت حداقل و حداکثر مقادیر مشخص شـده اسـت. بـرای صفت طول ریشه‌چـه ژنوتیـپ ٤ بیشـترین (٦/٥٦٦٣ سانتی‌متر) و ژنوتیپ ۲ کمترین (۳/٦ سانتی‌متر)، برای صفت طول سـاقه‌چـه ژنوتیـپ ۷ بیشـترین (٥/١٨٦٢ سانتی‌متر) و ژنوتیپ ۱۸ کمترین (۳/۳۹۱۲ سانتی‌متر)، بـرای صـفت طـول گیاهچـه ژنوتیـپ ۹ بیشـترین (۱۰/۲۸۰سانتی‌متر) و ژنوتیـپ ۲۵ کمتـرین (٦/٦٩٨٨ سانتی‌متر)، برای صفت وزن خشک ریشه‌چه ژنوتیپ ۱۳ بیشـــترین (۰/۰۰٤٥) و ژنوتیـــپ ۳ کمتـــرین (۰/۰۰۲٤)، برای صفت نسبت طول ساقه‌چه به طـول ریشه‌چه ژنوتیپ ۷ بیشـترین (۱/۲۷۰۸) و ژنوتیـپ ٤ کمترین (۰/٦٨۳۰)، برای صـفت نسـبت وزن خشـک ساقه‌چه به وزن خشک ریشه‌چه ژنوتیـپ ۲ بیشـترین (٤/٤۲٥۷) و ژنوتیپ‌های ۱ و ۱۹ کمترین (۱/٥٤۹۸) مقادیر را به خود اختصاص دادند.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی: تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس میانگین صفات در مرحله گیاهچه‌ای بر روی ۲۵ ژنوتیپ خلر پرمحصول انجام شد (جدول ٤) کـه دو مولفه اصلی اول ۸۰/٤۳ درصد از تنـوع را توجیـه کردند. سـهم مولفـه اول ٤۹/۲٦ و مولفـه دوم ۳۱/۱۷ درصد از تنوع کل بود. برای مولفه اول صفات ارتفـاع ریشه‌چه (۰/۸٦٤)، ارتفـاع سـاقه‌چـه (۰/٦٤٥)، طـول گیاهچه (۰/۹۳۱) و وزن خشـک ریشـه‌چـه (۰/۷٦۸) دارای ضرایب مثبت و ارزش بالا بودند. به طور کلـی، مولفه اول را می‌تـوان بـه عنـوان مولفـه ارتفـاع بوتـه نامگـذاری کـرد. در مولفـه دوم صـفت وزن خشـک سـاقه‌چـه (۰/۹٤۳) و وزن گیاهچـه (۰/۸۷۰) دارای ضریب مثبت بزرگ و مـابقی صـفات دارای ضـریب پایین منفی بودند در نتیجه مولفه دوم را مـی‌تـوان بـه عنوان مولفه عملکرد علوفه در نظر گرفت.

جدول ۳- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای صفات گیاهچه‌ای

Table 3- Mean comparison of studied genotypes for seedling traits

نوتیپ Genotype	وزن خشک ساقه‌چه به ریشه‌چه Plumule Dry Weight / Rootlet Dry Weight	نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه Plumule Length/ Radicle Length	وزن خشک ریشه‌چه(گرم) Rootlet Dry Weight (g)	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling Length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule Length (cm)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle Length (cm)
1	1.55	0.93	0.0037	8.78	3.82	4.9
2	4.42	1.33	0.0035	8.43	4.22	3.6
3	2.28	1.19	0.0024	9.53	4.62	4.9
4	1.84	0.68	0.0033	10.47	3.90	6.56
5	2.27	1.70	0.0028	9.43	4.28	5.14
6	1.91	1.17	0.0028	8.12	3.70	4.41
7	2.13	1.27	0.0037	10.84	5.18	5.66
8	1.73	0.80	0.0039	8.95	3.84	5.11
9	1.76	1.01	0.0036	10.28	4.84	5.43
10	2.40	0.96	0.0025	7.73	3.53	4.19
11	2.47	1.02	0.0029	8.44	3.66	4.77
12	2.17	1.11	0.0024	7.64	3.61	4.02
13	2.07	0.89	0.0045	8.17	3.58	4.59
14	2.12	1.12	0.0032	10.26	4.83	5.43
15	2.30	1.02	0.0028	10.15	4.61	5.53
16	2.14	1.11	0.0028	8.21	4.08	4.13
17	2.84	1.21	0.0035	8.45	4.59	3.86
18	1.73	1.03	0.0025	6.93	3.39	3.54
19	1.54	1.10	0.0034	10.11	4.99	5.12
20	1.73	0.73	0.0033	10.19	4.05	6.13
21	2.36	0.93	0.0026	9.27	4.37	4.89
22	2.06	0.97	0.0045	8.63	4.03	4.59
23	2.16	0.97	0.0030	8.18	3.64	4.54
24	2.10	0.79	0.0028	8.59	3.57	5.02
25	1.96	1.25	0.0025	6.69	3.61	3.35
LSD (1%)	2.37	0.40	0.0001	2.71	0.65	1.95

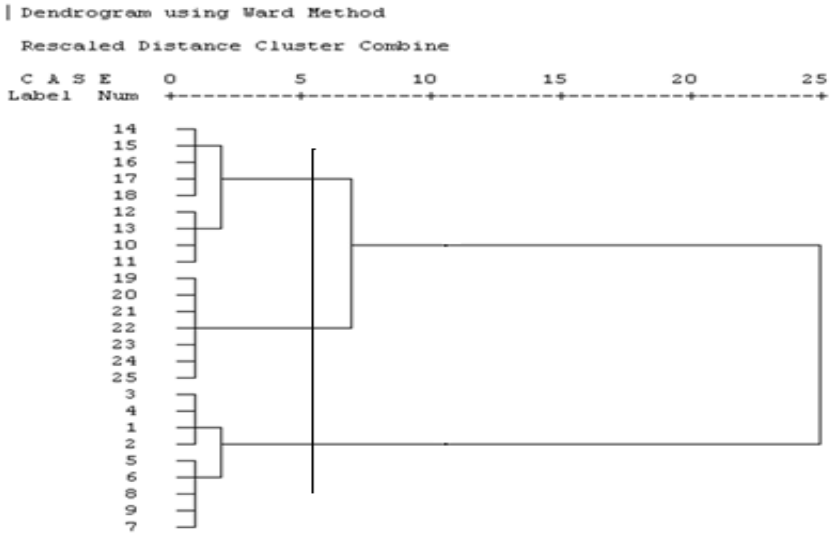
جدول ٤- تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس صفات گیاهچه‌ای

Table 4- Principal components analysis based on seedling traits

صفت Trait	مولفه Principal component	
	1	2
طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle Length (cm)	-0.328	0.864
طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule Length (cm)	-0.112	0.645
طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling Length (cm)	-0.304	0.931
وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Rootlet Dry Weight (**g**)	-0.104	0.768
وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule Dry Weight (**g**)	0.943	0.312
وزن خشک گیاهچه Dry Weight Seedling (g)	0.870	0.488

تجزیه خوشه‌ای براساس صفات گیاهچه‌ای: تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های پرمحصول خلر بر اساس میانگین استاندارد شده در صفات مورد ارزیابی با استفاده از روش وارد و توان دوم فاصله اقلیدسی،

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به سه خوشه، تقسیم‌بندی کرد (شکل ۱). ژنوتیپ‌های ۱، ۲، ۳، ٤، ٥، ٦، ۷، ۸، ۹ در خوشه اول، ژنوتیپ‌های ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲٤ و ۲٥ در خوشه دوم و در خوشه سوم ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱٤، ۱٥، ۱٦، ۱۷ و ۱۸ قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های کلاستر اول را می‌توان از لحاظ صفات (طول ریشچه‌چه، طول ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت طول ساقه چه به طول ریشه‌چه و نسبت وزن خشک ساقه‌چه به وزن خشک ریشچه‌چه) را با عملکرد بالا و کلاسترهای دوم و سوم را به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین معرفی کرد.



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های خلر بر اساس میانگین صفات گیاهچه‌ای با استفاده از روش وارد

Figure 1- Dendrogram of cluster analysis of grass pea genotypes based on the mean of the seedling traits using Ward's algorithm

تجزیه خوشه‌ای براساس صفات زراعی: تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های پرمحصول خلر بر اساس میانگین استاندارد شده در صفات زراعی با استفاده از روش وارد و توان دوم فاصله اقلیدسی، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به سه خوشه تقسیم‌بندی کرد (شکل ۲). خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های شماره ۱۹ و ۲۰ بود. خوشه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۲٤، ۲٥، ۸، ۱٦، ۱۰، ۲ و ٥ را دارا بود و در نهایت، خوشه سوم نیز در برگیرنده ژنوتیپ‌های شماره ۳، ٦، ۱، ۷، ۲۳، ۱٥، ٤، ۲۲، ۱۸، ۱٤، ۱۳، ۱۲، ۱۱، ۲۱، ۹ و ۱۷ بود. از نظر انتخاب والدین در هر خوشه، خوشه‌ای ارزشمند است که میانگین بالاتری نسبت به میانگین کل نشان بدهد. بنابراین، برای تعیین خصوصیات هر گروه از نظر صفات مورد مطالعه، میانگین هر خوشه برای هر صفت و انحراف آن از میانگین کل محاسبه و در جدول (٥) نشان داده شده است.

جدول ۵- میانگین و انحراف از میانگین کل سه کلاستر حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های خلر

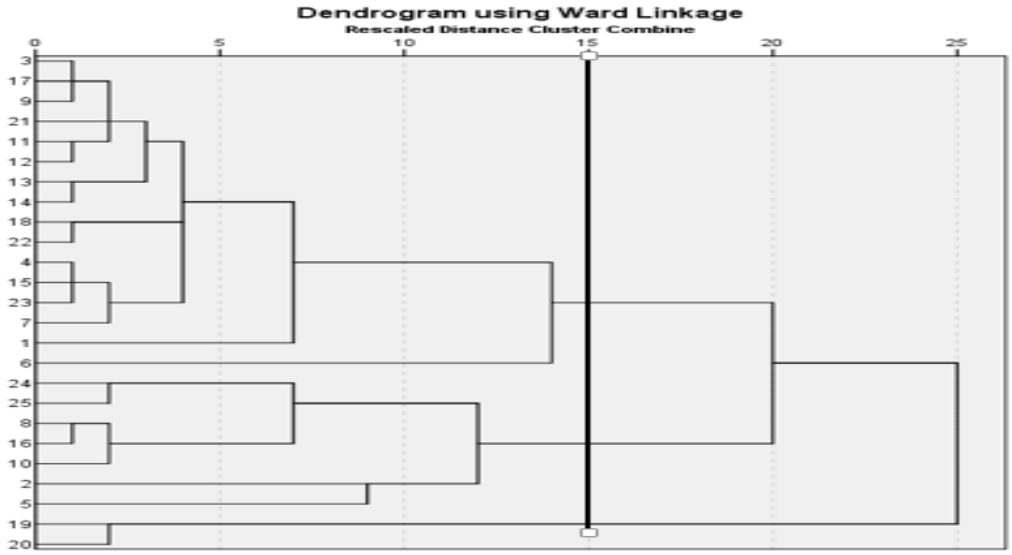
Table 5- Mean and deviation from the grand mean of three clusters obtained from cluster analysis for the evaluated traits in grass pea genotypes

خوشه Cluster		محل شاخه اولی Location of first shoot	عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)	طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	وزن تره شاخساره (گرم) Shoot fresh weight (g)	وزن خشک شاخساره (گرم) Shoot dry weight (g)	وزن خشک میوه (گرم) Fruit dry weight (g)	وزن تر میوه (گرم) Fruit fresh weight (g)	تعداد برگ Leaf number	تعداد شاخه Shoot number	تعداد دانه در غلاف Grain number per pod	تعداد غلاف Pod number	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
1	میانگین Mean	0.58	0.40	2.98	2.07	0.508	0.0019	0.0047	28.68	3.75	0.25	0.0972	20.38
	درصد انحراف Deviation %	-24.57	-13.80	-35.78	-51.03	-62.21	-99.68	-99.66	-4.74	38.73	-95.74	-96.67	-36.22
2	میانگین Mean	0.71	0.55	5.07	5.75	2.23	0.776	1.67	35.97	2.76	7.61	3.61	38.93
	درصدانحراف Deviation %	-8.99	17.69	9.03	35.82	65.75	25.63	19.70	19.46	1.96	29.75	23.49	21.79
3	میانگین Mean	0.82	0.43	4.55	3.68	1.06	0.566	1.34	27.48	2.60	5.35	2.77	29.76
	درصد انحراف Deviation %	5.99	-6.53	-2.03	-13.02	-20.70	-8.29	-3.55	-8.72	-3.99	-8.84	-5.28	-7.16

ادامه جدول ۵- میانگین و انحراف از میانگین کل سه کلاستر حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های خلر

Table 5- Mean and deviation from the grand mean of three clusters obtained from cluster analysis for the evaluated traits in grass pea genotypes

خوشه Cluster		درصد جوانه‌زنی Germination percent	سرعت جوانه‌زنی (روز) Germination speed (day)	غلافی‌دهی (روز) Podding (day)	گلدهی (روز) Flowering (day)	طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	عمق ریزوم Rhizome depth	تعداد ریزوم Rhizome number	زاویه برگ (°) Leaf angle (°)
1	میانگین Mean	0.54	0.0606	2.37	2.06	10.33	1.21	6.29	36.1
	درصد انحراف Deviation %	-2.46	1.08	-86.34	-90.48	-22.16	-28.70	-51.29	-42.74
2	میانگین Mean	0.61	0.0605	17.89	22.51	13.57	1.38	15.02	88.09
	درصد انحراف Deviation %	10.92	0.83	2.89	3.93	2.22	-18.68	16.34	39.71
3	میانگین Mean	0.05	0.53	19.04	23.74	13.35	1.88	12.30	54.38
	درصد انحراف Deviation %	-0.43	-4.46	9.52	9.58	0.56	10.49	-4.72	-13.74



شکل ۲- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های خلر بر اساس میانگین صفات مورد ارزیابی با استفاده از روش وارد

Figure 2- Dendrogram of cluster analysis of grass pea genotypes based on the mean of the evaluated traits using Ward's algorithm

با توجه به جدول (۵) ملاحظه می‌شود ژنوتیپ‌های خوشه اول (دو ژنوتیپ ۱۹ و ۲۰) از نظر اکثر صفات غیر از صفت تعداد شاخه دارای ارزش پایین‌تری نسبت به میانگین کل است چون درصد انحراف از میانگین کل منفی می‌باشد. باید در نظر داشت که سرعت جوانه‌زنی صفتی با ارزش منفی بوده و هر چه قدر بیشتر باشد ژنوتیپ نامطلوب خواهد بود. در مقابل، خوشه دوم که شامل ژنوتیپ‌های ۲، ۵، ۸، ۱۰، ۱۶، ۲۴ و ۲۵ بود از نظر بیشتر صفات غیر از عمق ریزوم، گلدهی، غلاف‌دهی و محل شاخه اولی، ارزش بالاتری نسبت به میانگین کل داشت. بنابراین ژنوتیپ‌های این خوشه را می‌توان برای اهداف به‌نژادی استفاده کرد. در مورد صفات عمق ریزوم، گلدهی، غلاف‌دهی و محل شاخه کلاستر سوم دارای ارزش بالاتری نسبت به میانگین کل بود. هر چند که در مورد دو صفت گل‌دهی و غلاف‌دهی خوشه دوم دارای ارزش مثبت می‌باشد یعنی حد واسط است. نباتی و همکاران (۲۰۲۳) ژنوتیپهای عدس را از لحاظ تحمل به شوری، ارزیابی و گروه‌بندی کردند که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در پنج گروه، دسته‌بندی شدند که ژنوتیپ‌های گروه سوم و پنجم از نظر اکثر صفات مورد بررسی، میانگین بالاتری داشت. بنابراین با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای، می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای تولید ژنوتیپ‌های جدید و به‌گزینی برای تحمل به شوری بهره جست (۳۰). داداشی چوان و همکاران (۲۰۲۱) در ارزیابی تحمل به شوری در ژنوتیپ‌های عدس، دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها را از نظر پاسخ به تنش شوری انجام دادند و ژنوتیپ‌ها را در چهار گروه مختلف دسته‌بندی کردند. به طور کلی نتایج نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه عدس، تنوع بالایی از نظر پاسخ به تنش شوری وجود داشت که می‌تواند در برنامه‌های اصلاح ارقام زراعی مورد استفاده قرار گیرد(۲۵). از آنجایی که ارقام گوناگون دارای تنوع زیادی از نظر صفات مختلف می باشند، قضاوت بر اساس یک یا چند صفت صحیح به نظر نمی‌رسد و جهت انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها بایستی از روش‌های چندمتغیره بهره برد که یکی از این روش‌ها، تجزیه خوشه‌ای می‌باشد تا به‌نژادگران از نتایج آنها برای انجام تلاقی‌های هدفمند در مراحل بعدی به منظور تولید ارقام برتر استفاده کنند (۳۱).

برای دستیابی به حداکثر هتروزیس، محققین جهت انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که از نظر ژنتیکی از هم دور باشند که این امر مهم، می‌تواند از طریق بررسی فاصله ژنتیکی موجود بین ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورفولوژیک با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای بدست آید. استفاده از صفات مورفولوژیک ارقامی که در نتیجه دسته‌بندی، در دسته‌های دور از هم قرار می‌گیرند در پروژه‌های اصلاحی به عنوان والدین در انجام تلاقی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند تا مولد تنوع ژنتیکی بیشتری باشند. در بررسی تنوع ژنتیکی بین و درون ۱۹ رقم و لاین یونجه، بر اساس تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها به گروه‌های مختلفی تقسیم‌بندی شدند و نشان داده شد که تنوع ژنتیکی بین ارقام و لاین‌های مختلف یونجه بیشتر از تنوع درون ارقام بود (۳۲). به نظر می‌رسد ارقام متحمل، با سازوکار جذب بیشتر پتاسیم و دفع سدیم، و تنظیم پتانسیل اسمزی سلول با تنش شوری مقابله می‌کنند. به طورکلی از ارقام دارای تحمل به تنش بالاتری می‌توان برای کشت در اراضی شور و نیز برای دورگ‌گیری و برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد (۳۳). با توجه به هتروزیس‌های مشاهده‌شده، انتظار می‌رود بتوان از طریق تلاقی‌های هدفمند در جهت اصلاح برای بهبود تحمل شوری گیاهان قدم برداشت (۳٤).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات زراعی:

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس میانگین صفات در ژنوتیپ‌های خلر پرمحصول انجام شد. چهار مؤلفه اصلی اول ۷۰/۲۵ درصد از تنوع را توجیه کردند. مؤلفه اول ۳۵/۷٤۰ درصد از تنوع کل را نشان داد، این مقادیر برای مؤلفه‌های دوم، سوم و چهارم به ترتیب ۱۵/٦۸، ۱۰/۷۰ و ۸/۱۱ درصد بود. در مؤلفه اول، صفات تعداد نیام (۰/۹۰۹)، تعداد دانه (۰/۹۰۳)، دوام (۰/۸٦۰)، طول برگ (۰/۸۳۸)، وزن خشک میوه (۰/۸۰۷)، وزن خشک شاخساره (۰/۷۷۸)، ارتفاع بوته (۰/۷٦۰)، گل‌دهی (۰/۷٤۰)، غلاف‌دهی (۰/۷۰۲) دارای ضرایب مثبت بالا بودند و فقط صفت تعداد شاخه (۰/٤۸۰-) در این گروه دارای ضریب منفی بود. به طور کلی می‌توان مؤلفه اول را به عنوان مؤلفه عملکرد دانه نامگذاری کرد. در مؤلفه دوم، صفت تعداد برگ (۰/۷۷۵) دارای ضریب مثبت بزرگ و صفات محل شاخه اول (۰/۷٤۸-)، غلاف‌دهی (۰/۵۸٤-) و گل‌دهی (۰/۵۵۸-) دارای ضرایب منفی بالا بودند. مؤلفه دوم را می‌توان تعداد برگ نام‌گذاری کرد و از این مؤلفه می‌توان برای انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب خلر استفاده کرد (جدول ٦). در پژوهشی، تجزیه به مولفه‌های اصلی در ژنوتیپ‌های یونجه مورد استفاده قرار گرفت که براساس صفات مورد مطالعه، ٦۳ درصد از تغییرات کل، توسط دو مولفه‌ی اول توجیه گردید (۳۵).

جدول ٦- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس صفات زراعی

Table 6- Principal components analysis based on agronomic traits

صفت Trait	مؤلفه Component					
	1	2	3	4	5	6
ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	0.760	0.508	-0.239	-0.054	-0.038	-0.095
تعداد غلاف Pod Number	0.909	-0.077	-0.030	-0.076	-0.155	0.130
تعداد دانه در نیام Grain number per pod	0.903	0.021	-0.087	-0.082	-0.133	0.194
تعداد شاخه Shoot number	-0.480	0.393	0.171	0.109	0.232	0.632
تعداد برگ Leaf number	0.442	0.775	-0.335	0.119	-0.005	0.056
وزن تر میوه (گرم) Fruit fresh weight (g)	0.506	-0.172	0.243	0.124	-0.151	0.517
وزن خشک میوه (گرم) Fruit dry weight (g)	0.807	-0.124	0.216	0.192	0.110	0.340
وزن تره شاخساره (گرم) Shoot fresh weight (g)	0.380	0.382	0.372	-0.557	-0.233	-0.240
وزن خشک شاخساره (گرم) Shoot dry weight (g)	0.778	0.552	-0.101	0.047	-0.117	0.030
طول برگ (سانتی‌متر) Leaf length (cm)	0.838	0.136	-0.368	-0.062	-0.165	-0.064
عرض برگ (سانتی‌متر) Leaf width (cm)	0.300	0.335	0.766	-0.203	0.181	-0.095
محل شاخه اولی Location of first shoot	0.186	-0.748	0.113	0.112	-0.063	0.112
زاویه برگ (°) Leaf angle (°)	0.193	0.142	0.424	0.256	0.704	0.175
تعداد ریزوم Rhizome number	0.603	0.053	-0.319	-0.171	0.588	0.032
عمق ریزوم Rhizome depth	0.165	-0.313	-0.566	0.525	0.013	-0.136
طول ریشه (سانتی‌متر) Root length (cm)	0.270	-0.160	-0.366	-0.197	0.548	-0.087
گلدهی (روز) Flowering (day)	0.740	-0.558	0.238	-0.008	0.025	-0.163
درصد جوانه‌زنی Germination percent	0.303	0.375	0.366	0.446	-0.080	-0.125
سرعت جوانه‌زنی (روز) Germination speed (day)	0.056	0.288	0.212	0.786	-0.131	-0.053
غلافی‌دهی (روز) Podding (day)	0.702	-0.584	284	-0.034	-0.088	-0.152

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به مقایسات میانگین، با افزایش سطوح شوری، به مراتب کاهش عملکرد نسبت به شاهد مشاهده شد که ژنوتیپ‌های ۲۱ و ۱۸ به ترتیب بیشترین و کمترین سرعت جوانه زنی و ژنوتیپ ۸ و ۱۵ به ترتیب بیشترین و کمترین درصد جوانه زنی را داشتند. و اما از لحاظ دوام ژنوتیپ‌ها به شوری، ژنوتیپ‌های ۸، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ١٤، ۲۳، ٢٤ و حساس‌ترین ژنوتیپ‌ها به شوری با عملکردی پایین ژنوتیپ‌های ۱۹ و ۲۰ بودند. ژنوتیپ‌های ۵، ١٤، ۱۰، ١٦، ۲۱، ٢٤ و ۲۵ (شاهد) بیشترین عملکرد را داشتند.

References

1. Rahman, M. M., Kumar, J., Rahman, M. A. & Afzal, M. A. (1995). Natural outcrossing in *Lathyrus sativus* L. *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, 55* (2), 204-207.
2. Smulikowska, S., Rybinski, W., Czerwinski, J., Taciak, M. & Mieczkowska, A. (2008). Evaluation of selected mutants of grasspea (*Lathyrus sativus* L.) var. Krab as an ingredient in broiler chicken diet. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 17 (1), 75.
3. Kumar, S., Bejiga, G., Ahmed, S., Nakkoul, H. & Sarker, A. (2011). Genetic improvement of grass pea for low neurotoxin (β-ODAP) content. *Food and Chemical Toxicology*, (49)3, 589-600.
4. Kumar, S., Gupta, P., Barpete, S., Sarker, A., Amri, A., Mathur, P. N. & Baum, M. (2013). Grass pea. Genetic and Genomic Resources for Grass Pea Improvement. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier, 269-293.
5. Mirlohi, A., Bozorgavar, N. & Basiri, M. (2001). Effect of nitrogen on growth, yield and quality of forage sorghum silage Tuesday hybrid. *Jounal of science and technology of agriculture and natural resourcrs, water and soil science 4(2)*,105-116.
6. Ashraf, M., Mukhtar, N., Rehman, S. & Rha, E. S. (2004). Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *Photosynthetica*, 42 (2), 543-550.
7. Ashraf, M., Athar, H. R., Harris, P. J. C. & Kwon, T. R. (2008). Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Advances in agronomy*. 97, 45-110.
8. Fageria, N. K., Gheyi, H. R. & Moreira, A.(2011). Nutrient bioavailability in salt affected soils. *Journal of plant nutrition*, *34* (7), 945-962.
9. Fritsche-Neto, R., & Borém, A. (Eds.). 2012. Plant breeding for abiotic stress tolerance. Springer Science & Business Media. (pp. 175).
10. Jamil, M., Lee, C. C., Rehman, S. U., Lee, D. B., Ashraf, M. & Rha, E. S. (2005). Salinity (NaCl) tolerance of *Brassica* species at germination and early seedling growth. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 4* (4) 970-976.
11. Collado, M. B., Aulicino, M. B., Molina, M. C. & Arturi, M. J. (2009). Evaluation of salinity tolerance at the seedling stage in maize (*Zea mays* L.). *Maize Genetics Cooperation Newsletter, 83*(1), 23-24.
12. Wang, D., Shannon, M. C. & Grieve, C. M. (2001). Salinity reduces radiation absorption and use efficiency in soybean. *Field Crops Research, 69* (3), 267-277.
13. Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M. & Androulakis, I. (2002). Effects of NaCl salinity on growth, ion content and CO_2 assimilation rate of six olive cultivars. *Scientia Horticulturae, 96*(1-4), 235-247.
14. Ashraf, M. & McNeilly, T. (2004). Salinity tolerance in *Brassica* oilseeds. *Critical Reviews in Plant Sciences, 23*(2), 157-174.
15. Mir Mohammadi Meibodi, S. A. M., & Garayazi, B. (2002). Physiological Apects of Salinity and Crop Breeding. Publication of Jahad Daneshgahi, Isfahan University of Technology, Iran. 127-129. [In Persian].
16. Mohamadi, F., Bagheri, N., Kiani, G. & Babaeian Jelodar, N. (2018). Evaluation of reaction of some rice genotypes to salinity stress at germination stage. *Journal of Crop Breeding, 10*(27), 20-30.
17. Vali Allah Poor, R., Rashed Mohasel, M. H & Ghanbari, A. (2004). Planting depth and rhizome size effects on below ground growth of licorice (*Glycyrrhiza glabra* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research, 2*(2), 240-250.
18. Noble, C. L., Halloran, G. M. & West, D. W. (1984). Identification and selection for salt tolerance in lucerne (*Medicago sativa* L.). *Australian Journal of Agricultural Research, 35*(2), 239-252.

19. Jamil, M., Lee, D., Jung, K. Y., Ashraf, M., Lee, S. C. & Rha, E. S., (2006). Effect of salt stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture, 7*, 273-282.
20. Jamil, M. & Rha, E. S. (2004). The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea* L.). *Plant resources, 7*(3), 226-232.
21. Mahdavi, B., Modares, Sanavi, S. A. M., & Balouchi, H. R. (2007). Effect of sodium chloride on germination and seedling growth of grasspea cultivars (*Lathyrus sativus*). *Iranian Journal of Biology, 20* (4), 363-373. [In Persian]
22. Ates, E. & Tekeli, A. S.(2007). Salinity tolerance of Persian clover (*Trifolium resupinatum* Var. Majus Boiss.) lines at germination and seedling stage. *World Journal of Agricultural Sciences, 3*, 71-79.
23. Zabihi-e-Mahmoodabad, R., Jamaati-e-Somarin, S., Khayatnezhad, M. & Gholamin, R. (2011). The study of effect salinity stress on germination and seedling growth in five different genotypes of wheat. *Advances in Environmental Biology, 5*(1), 177-179. [In Persian]
24. Boyrahmadi, M., Raiesi, F. & Mohammadi, J. (2012). Effects of different levels of soil salinization on growth indices and nutrient uptake by Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) and wheat (*Triticcum aestivum* L. Var Chamran). *Journal of Plant Production Research, 18*(4), 25-44.
25. Dadashi Chavan D., Abbasi, A. & Ahmadi Lak, A. (2021). Evaluation of 43 genotypes and Mardom cultivar of lentils under salt stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 52(3), 67-87. [In Persian]
26. Esechie, H. A. & Al-Alawi, K. (2002). Effect of tassel removal on grain yield of maize (*Zea mays* L.) under saline conditions. *Crop Research-Hisar, 24*(1), 96-101.
27. Tsegazeabe, H. H., & Girma, T. (2012). The effect of salinity stress on germination of chickpea (*Cicer arietinum* L.) land race of Tigray. *Current Research Journal of Biological Sciences 4*, 578-583.
28. Levitt, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stress, Volume 1: Chilling, Freezing, and High Temperature Stresses. Academic Press.
29. Parida, A. K. & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, *60*(3), 324-349.
30. Nabati J., Kahrom, N. & Nezami, A. (2023). Evaluation and grouping of lentil genotypes to salinity stress in the greenhouse. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 54(1), 115-133.
31. Sadegh Qol Moghadam, R., Khoda Rahmi, M. & Ahmadi, G. (2011). Investigation of genetic diversity and factor analysis for grain yield and other morphological traits of bread wheat under drought stress. *Journal of Agronomy and Plant Breeding, 7*(1), 133-147. [In Persian]
32. Musial, J. M., Basford, K. E. & Irwin, J. A. G. (2002). Analysis of genetic diversity within Australian lucerne cultivars and implications for future genetic improvement. *Australian Journal of Agricultural Research, 53* (6), 629-636.
33. Sahafi, S. S., Moussavi Nik, S. M., Tabatabaee, S. A., Sabbagh S. K. & Ghanbari S. A. (2021). Evaluation of sensitive and tolerant cultivars of barley to salt stress using tolerance indices in central regions of Iran. *Crop Production, 14* (1), 103-122.
34. Masoumi asl A., Amiri-Fahliani, R. & Pakniyat, H. (2022). Improvement of salinity tolerance of barley (*Hordeum vulgare*) by hybridization. *Crop Production, 16*(4), *199-216* (In Persian).
35. Khodarahmpour, Z. & Motamedi, M. (2016). Study of genetic diversity of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes via multivariate analysis. *Journal of Crop Breeding, 8* (19), 163-169. [In Persian]