مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2023.128951
جلد ۳۰ شماره ۱، صفحه ۱۵۱-۱۳۱، (۱۴۰۲) | شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350875.1402.30.2.8.8

بررسی تنوع عملکرد و صفات مورفولوژیکی اکسشن‌ها و گونه‌های *Lathyrus*

پروین صالحی شانجانی[1*]، لیلا رسول زاده[2]، حمیده جوادی[3] و مصطفی نعمتی پیکانی[4]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهشی، بانک ژن منابع طبیعی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
پست الکترونیک: psalehi1@gmail.com

۲- محقق، بانک ژن منابع طبیعی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۳- استادیار، بانک ژن منابع طبیعی ایران، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۴- استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، اموزش آموزش وترویج کشاورزی، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۴

چکیده

خلر (Lathyrus) بزرگترین جنس در قبیله مهم اقتصادی Fabeae است. از خلر به صورت چند منظوره در تغذیه دام، کاشت در اراضی کم بازده، مقاومت به سرما، کم آبی و افزایش حاصلخیزی خاک استفاده می‌شود. به‌منظور بررسی عملکرد و صفات مورفولوژیکی ۴۴ اکسشن از شش گونه جنس *Lathyrus* شامل یک اکسشن L. *aphaca* var. aphaca ، هفت اکسشن L. *cassius*، یک اکسشن L. *chloranthus*، دو اکسشن L. cicera، ۲۲ اکسشن L. inconspicuus و نه اکسشن L. sativus آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج اجرا شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین اکسشن‌های L. cassius و L. inconspicuus از نظر خصوصیات مورفولوژیکی به‌جز زمان گلدهی و رسیدگی بذر وجود داشت. اکسشن‌های مورد مطالعه گونه L. sativus علاوه بر زمان گلدهی و رسیدگی بذر تنوعی در وزن خشک گیاه، تولید زیست توده و ویژگی‌های غلاف نیز نشان ندادند. ظرفیت زراعی ۴۴ اکسشن شش گونه مورد مطالعه با منشأ جغرافیایی مختلف در شرایط ثابت مزرعه‌ای نشان داد که عملکرد اکسشن های هر گونه هیچ ارتباطی با منشأ جغرافیایی آنها ندارد. به این ترتیب می‌توان بیان کرد که شباهت بین اکسشن‌ها ناشی از منشأ جغرافیایی آنها نبوده و پراکنش طبیعی گونه‌های Lathyrus بوسیله ارقام زراعی منفصل شده است. بااین‌حال، تنوع مشاهده شده نشان می‌دهد که بهبود ژنتیکی با تلاقی و انتخاب به طور بالقوه امکان‌پذیر است. به‌طوری‌که ظهور همزمان دو صفت عملکرد بالای زیست توده و ارتفاع بلندتر بوته، ویژگی متمایزکننده‌ای تشخیص داده شدند که می‌توان از اکسشن‌هایی با ویژگی‌های ذکرشده به عنوان والدین استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: ایران، خلر، تنوع درون گونه‌ای، بذر، مورفولوژی.

مقدمه

خلر (Lathyrus) به عنوان بزرگترین جنس در قبیله مهم اقتصادی Fabeae، شامل بیش از ۱۶۰ گونه است که به‌طور گسترده در حوضه مدیترانه و در کشورهای معتدل و گرمسیری توزیع شده است. مرکز اصلی تنوع این جنس در مناطق خشک مدیترانه‌ای به‌ویژه غرب نواحی ایرانوتورانی است (Humphries & Parenti, 1999). جنس خلر در ایران ۲۲ گونه گیاه علفی یکساله و چندساله

دارد (Mozafarian, 2018). در میان گونه‌های مختلف، L. sativus و L. cicera تا حد زیادی به عنوان غذا و علوفه کشت می‌شود و ارزان‌ترین منبع پروتئین‌های با کیفیت بالا عمدتاً در مناطق خشک به‌ویژه اتیوپی و شبه جزیره هند است. گونه‌های دیگر در جنس خلر مانند L. ochrus به عنوان محصول زینتی، علوفه یا برای غنی سازی N و تثبیت خاک شناخته شده است (Aci et al., 2020). خلر به دلیل محتوای پروتئینی بالا دانه‌های آن از دیرباز به عنوان علوفه به مصرف حیوانات و به‌عنوان دانه غذایی برای مصرف انسان استفاده می‌شده است (Hanburya et al., 2000). ویژگی‌های اصلی آن تحمل به خشکی و سازگاری با طیف وسیعی از انواع خاک است (Polignano et al., 2009). اگرچه دانه‌های خلر سرشار از پروتئین است، اما استفاده از آن به دلیل وجود اسید آمینه غیرپروتئینی محلول در آب β-ODAP (β-N-oxalyldiaminopropionic acid) در دانه‌های آن محدود شده است. β-ODAP به عنوان یک نوروتوکسین که قسمت پایینی اندام‌ها را فلج می‌کند، در صورت مصرف طولانی مدت در مقادیر زیاد می‌تواند باعث بیماری نورولاتیریسم (تا ۶ درصد جمعیت) شود (Sharma et al., 2000). این مسئله منجر به حذف خلر در کشاورزی بسیاری از کشورها شد. اما اخیراً کشت خلر در بسیاری از کشورها برای احیاء مراتع و جایگزینی کارآمد برای گندم در مناطقی که بیش از حد مورد کشت غلات قرار گرفته‌اند و یا در سیستم‌های کشاورزی پایدار و کم بهره، افزایش یافته است (Crin`o et al., 2004). برنامه‌های اصلاح نژادی برای تولید ارقامی که عملکرد بالا داشته و دارای مقادیر کم β-ODAP باشند در سراسر جهان در حال پیشرفت است (Vaz Patto & Rubiales, 2014; Poma et al., 2007). به همین دلایل برنامه تحقیقاتی با هدف جمع‌آوری و ارزیابی ژرم‌پلاسم خلر انجام شده است. تنوع ژنتیکی قابل توجهی در ویژگی‌های فنولوژیکی، ریخت شناسی، اگرونومی، بیوشیمی و مولکولی در خلر انجام شده است (Polignano et al., 2009; Ahamed et al., 2012; Shehadeh et al., 2013; Aci et al., 2020). این گیاه در مقایسه با شبدر، یونجه، اسپرس و سایر گیاهان علوفه‌ای ارزش غذایی یکسانی داشته و پروتئین آنها با توجه به مرحله‌ای از رشد که برداشت می‌شوند بین ۱۲ تا ۲۰ درصد متغیر است. به دلیل اهمیتی که این گیاهان در میان گیاهان علوفه‌ای از نظر تغذیه دام، کاشت در اراضی کم بازده، مقاومت به سرما، کم آبی و نقشی که در حاصلخیزی خاک دارند، به صورت چند منظوره مورد استفاده قرار می‌گیرند. از میان گونه‌های جنس خلر، در ایران فقط از گونه L. sativus برای تهیه دانه و علوفه استفاده می‌شود ولی در آمریکا انواع خلر را مخلوط با جو برای تهیه علوفه کشت می‌کنند (Kheradmand, 2011; Haghani Nia et al., 2018). مطالعات نشان داده است گیاه خلر سازگاری خوبی با شرایط آب و هوایی گرم و خشک دارد و در مناطقی که کشت برخی گیاهان به سختی انجام می‌شود، می‌توان این گیاه را به راحتی کشت نمود. گیاه خلر در استان‌های همدان، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری و در نواحی شمالی و جنوبی ایران کشت می‌شود. ترکیب شیمیایی دانه خلر در دامنه ۲۶ تا ۳۶ درصد پروتئین خام، ۴/۵ تا ۷/۵ درصد فیبر خام، ۴۸ تا ۵۲ درصد نشاسته، ۲/۹ تا ۴/۶ درصد خاکستر و ۰/۵ تا ۰/۸ درصد چربی توسط Ghorbani و همکاران (۲۰۱۶) گزارش شده است. بر اساس تحقیقات Sahaf و همکاران (۲۰۱۸) دانه خلر از نظر لیزین، کلسیم و ویتامین‌ها نسبت به سایر گیاهان خانواده بقولات غنی‌تر است اما مقدار اسید آمینه‌های گوگرددار آن کمتر است که با توجه به سطح پروتئین بالای آن می‌توان از آن به مقدار محدودی در جیره طیور و دام استفاده کرد، زیرا این گیاه دارای مقادیری مواد ضد تغذیه‌ای برای دام و طیور است. ورود بقولات علوفه‌ای ازجمله خلر در چرخه تناوب زراعی، علاوه بر مزایای کنترل فرسایش خاک، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن، افزایش مواد آلی و کنترل علف‌های هرز و استفاده از کود سبز حاصل از این گیاه موجب افزایش بهره‌وری محصولات و گیاهان در کشت بعدی می‌شود. از آنجایی که بهبود حاصلخیزی و کنترل فرسایش خاک، کاهش خسارت آفات،

بیماری‌ها و علف‌های هرز، تثبیت عملکرد در شرایط نامطلوب، افزایش کارایی استفاده از منابع محیطی و ایجاد تنوع و ثبات در اکوسیستم زراعی از اهداف عمده کشاورزی در سال‌های اخیر است، توجه به گیاهانی که تأثیر به‌سزایی در بهبود ویژگی‌های سیستم زراعی دارند ضروری به نظر می‌رسد. در ایران توده‌های بومی زیادی از گونه‌های مختلف خلر وجود دارد که تا به حال بررسی چندانی روی آنها انجام نشده است. هدف از این مطالعه، ارزیابی تنوع مورفولوژیکی شش گونه *L. aphaca* var. *aphaca*، *L. cassius*، *Lathyrus chloranthus*، *L. cicera*، *L. inconspicuous* و *L. sativus* موجود در بانک ژن منابع طبیعی ایران بود که سازگاری بالایی با شرایط نیمه‌خشک دارند. با مقایسه اکسشن‌های هر گونه، با دیدگاه اهلی کردن و اصلاحی و براساس تنوع ژنتیکی و ویژگی‌های زراعی می‌توان میزان عملکرد و سایر ویژگی‌های زیستی اکسشن‌ها را مشخص و نمونه‌های احتمالی مناسب برای کشت و کار را شناسایی نمود. شناسایی و دسته‌بندی توده‌ها می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی و انتخاب والدین برای تلاقی مفید باشد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش بذرهای ۴۴ اکسشن از شش گونه جنس Lathyrus شامل یک اکسشن L. aphaca var. aphaca، هفت اکسشن L. cassius، یک اکسشن L. chloranthus، دو اکسشن L. cicera، ۲۲ اکسشن L. inconspicuus و نه اکسشن L. sativus از بانک ژن منابع طبیعی تهیه شد (جدول ۱). بذرها در بهمن‌ماه سال ۱۳۹۸ برای استقرار بهتر در گلدان کاشته شده و به‌مدت ۴۵ روز در گلخانه نگهداری شدند. در فروردین‌ماه ۱۳۹۹ اکسشن‌های هر گونه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی نامتعادل با طرح آشیانه‌ای در ۳ تکرار به زمین اصلی مزرعه تحقیقاتی واقع در مجتمع تحقیقاتی منطقه البرز واقع در شهر کرج (ایستگاه مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور) منتقل شدند. فاصله بین ردیف‌های کشت ۱۰۰ سانتی‌متر از هم بود و در هر خط کشت ۱۵ گیاهچه با فواصل ۴۰ سانتی متر از هم کشت گردیدند. در طول آزمایش مراقبت‌های زراعی و آبیاری قطره‌ای هفته‌ای دوبار انجام شد. کلیه ویژگی‌های مورفولوژی و فنولوژی گیاه و بذر شامل زمان جوانه‌زنی، زمان گلدهی، زمان رسیدن بذر، ارتفاع گیاه (cm)، طول میانگره (cm)، تعداد ساقه در گیاه، طول و عرض غلاف (cm)، اندیکس غلاف (نسبت طول به عرض)، تولید زیست توده (g)، وزن خشک گیاه (g)، طول و عرض بذر (mm) و اندیکس بذر (نسبت طول به عرض) اندازه‌گیری شد. ملاک هر اندازه‌گیری، ورود ۵۰٪ گیاهان به آن مرحله بود و اندازه‌گیری‌های مورفولوژیک از ۱۰ گیاه در هر کرت انجام شد. تصویربرداری از بذر بوسیله لوپ دوربین‌دار Olympus و اندازه‌گیری طول و عرض بذر با نرم‌افزار KEView انجام گردید. داده‌های مربوط به صفات اندازه‌گیری شده مورد تجزیه واریانس در قالب طرح آشیانه‌ای قرار گرفتند. به دلیل اینکه تعداد اکسشن‌های آزمایش شده برای صفات بذر و صفات گیاه متفاوت بود دو آنالیز جداگانه برای صفات بذر و گیاه انجام شد. از تجزیه به مؤلفه‌های (عامل‌های) اصلی برای کاهش تعداد متغیرهای اولیه، توصیف و تشریح تنوع کل موجود در یک جامعه و تعیین سهم صفات در تنوع کل استفاده می‌شود. برای تهیه ماتریس ضرایب عاملی، آن تعداد از عامل‌ها که ریشه مشخصه آنها بزرگتر از یک بود انتخاب شدند. در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب بزرگتر از ۰/۵ به عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد. علامت ضرایب در داخل هر مؤلفه مبین ارتباط موجود در میان این صفات بود. میانگین‌ها با روش دانکن توسط نرم‌افزار SAS گروه‌بندی شدند. همبستگی بین صفات، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و تجزیه خوشه‌ای UPGMA (unweighted pair group methode with arithmetic mean) با استفاده از نرم‌افزار Minitab 16 محاسبه گردید.

جدول ۱- اطلاعات اکسشن‌های مورد مطالعه ***Lathyrus*** **spp.**

Table 1- Information of the studied *Lathyrus* spp. accessions

نام علمی **Species**	کد **Code**	طول جغرافیایی **Latitude**		عرض جغرافیایی **Altitude**	
***aphaca* var. *aphaca* L.**	La9472	48°	15′	33°	43′
	Lca729	46°	16′	38°	5′
L. cassius	Lca818	48°	30′	33°	40′
	Lca7190	50°	50′	30°	43′
***L. cassius* Boiss**	Lca8984	45°	15′	33°	43′
	Lca17843	52°	41′	30°	52′
L. cassius	Lca37163	50°	26′	32°	20′
	Lca38644	50°	26′	32°	20′
L. chloranthus	Lch42687	48°	37′	34°	43′
	Lci2938	47°	2′	38°	51′
L. cicera	Lci40308	46°	1′	34°	15′
	Li1879	47°	4′	34°	19′
	Li1995	47°	4′	34°	19′
	Li2025	47°	4′	34°	19′
	Li2040	47°	4′	34°	19′
	Li2050	47°	4′	34°	19′
	Li2074	47°	4′	34°	19′
	Li2123	47°	4′	34°	19′
	Li24585	45°	49′	34°	23′
	Li32837	46°	8′	34°	7′
	Li32844	47°	14′	34°	8′
	Li32846	46°	44′	34°	10′
***inconspicus* L.**	Li32857	46°	6′	34°	3′
	Li32868	46°	8′	34°	8′
	Li32873	46°	49′	34°	0′
	Li32894	46°	7′	34°	9′
	Li32903	46°	9′	34°	16′
	Li32904	46°	6′	34°	10′
	Li32914	46°	8′	34°	3′
	Li32984	47°	49′	34°	29′
	Li40323	46°	37′	34°	2′
	Li40435	49°	10′	36°	32′
	Li44971	46°	5′	34°	11′
	Li45016	46°	48′	34°	10′
	Ls608	50°	59′	35°	46′
	Ls1554	57°	6′	37°	28′
	Ls3039	57°	6′	37°	28′
	Ls5322	46°	16′	37°	54′
L. sativus	Ls12716	47°	4′	34°	19′
	Ls13631	53°	32′	36°	41′
	*Ls20425				
	Ls38981	51°	39′	32°	39′
	Ls587/A	50°	59′	35°	46′

*: منشأ نامشخص

نتایج

خلاصه تجزیه واریانس برای صفات گیاه و بذر شش گونه L. aphaca var. aphaca، L. cassius، L. chloranthus، L. cicera، L. inconspicuus و L. sativus در جدول ۲ درج شده است. نتایج نشان دادند که میانگین مربعات برای کلیه خصوصیات مورفولوژی گیاه و بذر گونه‌های مختلف به استثناء اندیکس بذر، در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. بر اساس مقایسه میانگین صفات گیاه و بذر در گونه‌های مختلف، بیشترین ارتفاع گیاه (۸۵ سانتی‌متر) در گونه L. cicero، فاصله میانگره (۹/۶ سانتی‌متر) و طول میوه (۴/۴ سانتی متر) در گونه L. chloranthus، تعداد ساقه (۵/۵) در گونه L. cassius، عرض میوه (۱/۱ سانتی‌متر)، طول و عرض بذر در گونه L. sativus، تولید زیست توده (۳۴/۳ گرم) و وزن خشک (۸/۹ گرم) در گونه L. cassius *مشاهده گردید*. میانگین و انحراف از معیار و مقایسه میانگین صفات بذر در اکسشن‌های گونه‌های مختلف در جدول ۴ درج شده است. دامنه وسیعی از مقادیر در عرض بذر (۲/۷ تا ۶/۶ میلی‌متر) و طول بذر (۲/۹ تا ۷/۱ میلی‌متر) مشاهده می شود. تصویر بذرهای اکسشن‌های گونه‌های مورد مطالعه در شکل ۱ درج شده است. نتایج نشان دادند بذر اکسشن های گونه L. sativus به وضوح از بذر سایر گونه‌ها درشت‌تر بودند. مقایسه میانگین صفات گیاه در اکسشن های گونه‌های مورد مطالعه نشان دادند که صفت تعداد روز تا گلدهی به طور قابل توجهی در میان گونه ها متفاوت بود و از ۸۳ روز تا ۱۶۵ روز متغیر بود. صفت تعداد روز تا رسیدن بذر نیز مطابق با صفت تعداد روز تا گلدهی بود که از ۱۲۰ تا ۱۹۰ روز متغیر بود. گونه های L. cassius، L. chloranthus و L. cicera زودتر از سایر گونه‌ها گل دادند و بذر تولید کردند (جدول ۵). طول دوره جوانه‌زنی (۳ روز در بیشتر اکسشن‌های گونه L. sativus و نیز در اکسشن گونه L. aphaca var.aphaca، تا ۶۵ روز در L. chloranthus) متفاوت بود. دامنه وسیعی از مقادیر در ارتفاع گیاه (۱۹ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، به ترتیب در L. chloranthus و L. cassius)، طول میانگره (۱/۴ تا ۱۲/۱ سانتی‌متر، به ترتیب در L. chloranthus و L. cassius)، تعداد ساقه در بوته (۱ تا ۸، به ترتیب در L. cicera و L. cassius)، طول میوه (۱ تا ۵ سانتی‌متر، به ترتیب در L. cassius و L. inconspicuus)، عرض میوه (۰/۳ تا ۱/۱۲ سانتی‌متر، به ترتیب در L. cassius و L. sativus) و تولید زیست توده (۱ تا ۶۱ گرم، به ترتیب در L. sativus و L. cassius) نه تنها میان گونه‌ها بلکه بین اکسشن‌های گونه‌ها مشاهده می‌شود که ناشی از وجود اکوتیپ‌های مختلف است. مقادیر صفات دیگر ازجمله وزن خشک، هر چند دارای دامنه نسبتاً کمی بودند ولی تفاوت معنی‌داری ($p < ۰/۰۰۱$) در بین اکسشن‌ها حکایت از تنوع بالا دارد (جدول ۵). از تجزیه به مؤلفه‌های (عامل های) اصلی برای کاهش تعداد متغیرهای اولیه، توصیف و تشریح تنوع کل موجود در یک جامعه و تعیین سهم صفات در تنوع کل استفاده می شود. برای تهیه ماتریس ضرایب عاملی، آن تعداد از عامل‌ها که ریشه مشخصه آنها بزرگتر از یک بود انتخاب شدند. در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب بزرگتر از ۰/۵ به عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد. علامت ضرایب در داخل هر مؤلفه مبین ارتباط موجود در میان این صفات بود. از بزرگترین ضرایب مؤلفه‌ای یا مجموعه‌ای از صفات معنی‌دار و یک عامل که از نظر مورفولوژیکی کیفی، مشاهده‌ای متمایز و مهم بودند برای نامگذاری مؤلفه‌ها استفاده شد. با استفاده از تجزیه به مؤلفه های اصلی، پنج مؤلفه اول، ۸۵ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کردند (شکل ۲). صفت وزن خشک گیاه، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن بذر با ضریب مثبت مهمترین نقش را در تبیین مؤلفه اول داشتند (جدول ۶). در مؤلفه دوم، اندیکس غلاف و طول غلاف با ضرایب منفی و طول و عرض بذر با ضرایب مثبت از سایر صفات متمایز بود. صفت طول گیاه و میانگره با ضریب منفی در تبیین مؤلفه سوم و صفت اندیکس بذر با ضریب منفی، طول غلاف و عرض بذر با ضرایب مثبت در تبیین مؤلفه چهارم

نقش مهمی داشتند (جدول ۶). دسترسی به اکسشن‌های متنوعی که بتوانند بعد از تلاقی، حداکثر هتروزیس را بروز دهند مفید است.

به همین علت محققان برای انتخاب بهترین والدین در هر تلاقی در پی ارقام یا ژنوتیپ‌هایی هستند که از نظر ژنتیکی از هم دور باشند که این موضوع مهم می‌تواند از طریق بررسی فاصله ژنتیکی موجود بین ژنوتیپ‌ها براساس صفات مورفولوژیک با استفاده از روش تجزیه خوشه‌ای بدست آید. هنگام 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 دندروگرام بدست آمده از صفات مورفولوژی، ۴۴ اکسشن از شش گونه جنس *Lathyrus* در سه خوشه گروه‌بندی شدند (شکل ۳). خوشه ۱، عمدتاً متشکل از اکسشن‌های گونه‌های *L. cassius*، *L. chloranthus* و *L. cicera* بودند که زودتر از سایر گونه‌ها گل دادند و بذر تولید نمودند. خوشه ۲، متشکل از اکسشن‌های گونه *L. sativus* و خوشه ۳، متشکل از اکسشن‌های گونه *L. inconspicuus* هستند. تخمین ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه در جدول ۷ درج شده است. نکات مهمی که از نتایج این جدول می‌توان استنتاج کرد این است که بین ارتفاع بوته با طول میانگره، تولید زیست توده و وزن خشک گیاه و زمان گلدهی رابطه مثبت و با طول و عرض میوه رابطه منفی معنی‌داری در سطح ۱ در صد وجود دارد. تعداد روز تا گلدهی با تعداد روز تا رسیدن بذر، بین تولید زیست توده و تعداد ساقه در بوته با تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن بذر، بین تعداد ساقه در بوته با تولید زیست توده و وزن خشک رابطه مثبت و معنی داری در سطح ۱ درصد دارد (جدول ۷).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه اکسشن‌های مختلف *Lathyrus* spp.

Table 2-The results of variance analysis of studied traits in different accessions of *Lathyrus* spp.

منابع تغییرات **Variation sources**	صفات بذر **Seed traits**					صفات گیاه **Plant traits**							
	درجه آزادی f. d.[1]	طول Length (mm)	عرض Width (mm)	اندیکس Index	درجه آزادی f. d.[1]	ارتفاع height (cm)	طول میانگره Internode length (cm)	تعداد ساقه Number of stems	طول غلاف Pod length (cm)	عرض غلاف Pod width (cm)	اندیکس غلاف Pod Index	تولید زیست توده Biomass production (g)	وزن خشک Dry weight (g)
گونه Species	5	62.1**	46.4**	0.03	5	9921**	195**	54.3**	11.2**	1.46**	103**	2978**	210**
اکسشن در گونه Accession in species	22	2.17**	2.79**	0.027*	39	950**	16.8**	6.2**	3.1**	0.15**	11.8**	607**	48.6**
خطا Error	252	0.149	0.177	0.009	186	165	1.78	0.688	0.23	0.019	1.37	34.7	84.3
CV%		9.14	11.02	8.95		29.5	22.7	22.6	17	19.5	25	56	61.8

[1]: وجود درجه این دلیل تعداد های شده برای و صفات متفاوت ازاین‌رو جداگانه دو ستون آزادی به است که اکسشن آزمایش صفات بذر گیاه بود، دو آنالیز انجام شد.

[1] : The existence of two degrees of freedom columns is because the number of tested accessions was different for seed traits and plant traits, so two separate analyzes were performed.

* و **: به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار.

*, **: significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد ***Lathyrus* spp.**

Table 3- Mean comparison of studied traits of *Lathyrus* spp.

گونه **Species**	صفات بذر **Seed traits**				صفات گیاه **Plant traits**								
	تعداد Number	طول Length (mm)	عرض Width (mm)	اندیکس Index	تعداد Number	ارتفاع (cm)height	طول میانگره Internode length	تعداد ساقه Number of stems	طول غلاف Pod length (cm)	عرض غلاف Pod width (cm)	اندیکس غلاف Pod Index	تولید زیست توده Biomass	وزن خشک Dry weight (g)
L. aphaca* var. *aphaca	10	3.21de	2.8d	1.11a	10	68.5a	8.5a	3c	2c	0.3d	6.72a	2.1c	0.40c
L. cassius	70	3.756b	3.48b	1.08a	50	68.25a	8.56a	5.5a	2.61b	0.59b	4.63b	34.26a	8.87a
L. chloranthus	10	3.56b	3.3bc	1.05a	10	72.67a	9.61a	4.55a	4.38a	0.63b	6.90a	21.57b	6.09b
L. cicera	20	3.0705e	2.84d	1.09a	20	85a	8.5a	1d	2.5c	0.4cd	6.25a	2.9c	0.55c
L. inconspicus	80	3.44cd	3.0cd	1.16a	132	31.02b	3.15b	4.26b	3.16b	0.56bc	6.12a	8.76c	2.62c
L. sativus	90	5.73a	5.10a	1.14a	78	46.13b	8.12a	1.93d	2.16c	1.019a	2.22c	1.71c	0.44c

حروف مختلف نشان دهنده حروف متفاوت بیان‌کننده تفاوت معنی‌دار در سطح $P < ۰/۰۵$ با روش دانکن هستند.

Different letters indicate a significant difference at the level of P < 0.05 by Duncan's method.

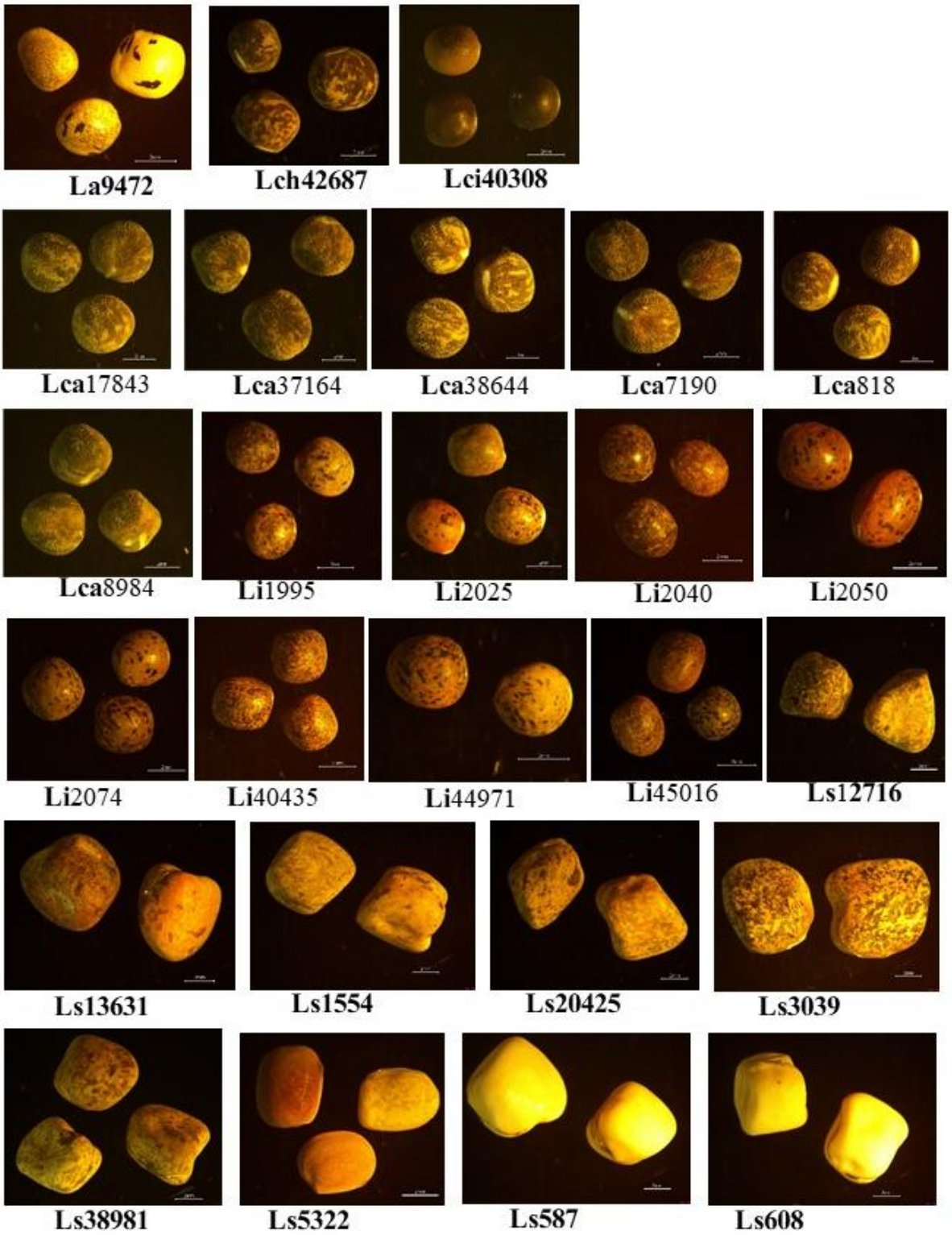
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بذر (۱۰ بذر از هر اکسشن) در ۴۴ اکسشن *Lathyrus* spp.

Table 4. Mean comparison of studied seeds traits in 44 accessions *Lathyrus* spp. (10 seeds per accession)

گونه **Species**	کد **Code**	طول بذر **Seed length (mm)**	عرض بذر **Seed width (mm)**	اندیکس بذر **Seed Index**
L. aphaca* var. *aphaca	La9472	3.211kj	2.874H-j	1.11998b-e
	Lca17843	4.10g	3.942f	1.044de
	Lca37163	3.98h	3.84f	1.03736e
	Lca38644	4.07g	3.882f	1.05096c-e
L. cassius	Lca7190	3.415ij	3.19g-i	1.07391b-e
	Lca729	3.60ij	3.055g-j	1.18144ab
	Lca818	3.65ih	3.359g	1.08992b-e
	Lca8984	3.485ij	3.154g-i	1.10839b-e
L. chloranthus	Lch42687	3.568ij	3.305gh	1.08275b-e
L. cicera	Lci2938	2.882k	2.676j	1.07651b-e
	Lci40308	3.259ij	3.017g-j	1.08165b-e
	Li1995	3.324ij	3.009g-j	1.10922b-e
	Li2025	3.66ih	3.252gh	1.13239b-e
	Li2040	3.446ij	3.12g-i	1.10814b-e
L. inconspicuous	Li2050	3.493ij	3.154g-i	1.10996b-e
	Li2074	3.394ij	3.237gh	1.04994c-e
	Li40435	3.378ij	2.951g-j	1.1504b-d
	Li44971	3.372ij	3.097g-j	1.09296b-e
	Li45016	3.459ij	2.756ij	1.26069a
	Ls12716	4.48f	4.104ef	1.09234b-e
	Ls13631	5.69cd	5.075c	1.1236b-e
	Ls1554	5.61cd	5.07c	1.12765b-e
	Ls20425	5.76cd	5.138c	1.12693b-e
L. sativus	Ls3039	7.01a	6.601a	1.06449c-e
	Ls38981	5.98c	5.332bc	1.1309b-e
	Ls5322	5.54d	4.468de	1.25149a
	Ls587	6.38b	5.643b	1.15818bc
	Ls608	5.11e	4.532d	1.1425b-e

حروف مختلف نشان دهنده حروف متفاوت بیان‌کننده تفاوت معنی‌دار در سطح $P < ۰/۰۵$ با روش دانکن هستند.

Different letters indicate a significant difference at the level of P < 0.05 by Duncan's method.



شکل ۱- تصویر بذر اکسشن‌های مورد مطالعه ***Lathyrus*** **spp.**

Figure 1- Seed images of studied accessions of *Lathyrus* spp.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه گیاه در ۴۴ اکسشن ***Lathyrus* spp.**

Table 4- Mean comparison of studied traits of plants in 44 accessions of *Lathyrus* spp.

گونه **Species**	کد **Code**	ارتفاع گیاه **Plant height (cm)**	طول میانگره **Internode length (cm)**	تعداد ساقه **Number of stems**	طول غلاف **Pod length (cm)**	عرض غلاف **Pod width (cm)**	اندیکس غلاف **Pod Index**	تولید زیست توده **Biomass production (g)**	وزن خشک گیاه **Plant dry weight (g)**	زمان جوانه زنی **Germination time** (روز)	زمان گلدهی **Flowering time** (روز)	زمان رسیدن بذر **Seed ripening time** (روز)
L. aphaca* Var. *aphaca	La9472	68.50e	8.50c	3.00e	2.00d	0.30h	6.67e	2.10i	0.41g	3.00e	90bc	120c
	Lca17843	46.50g	6.75e	4.00d	3.25c	0.59f	5.69f	22.41e	5.38d	7.00e	**160a**	**188a**
	Lca37163	69.17e	7.17d	6.67b	2.27d	0.65e	3.51h	31.98d	8.43c	11.00d	**158a**	**190a**
	Lca38644	86.33c	9.50b	**8.00a**	1.53e	0.30h	5.20f	37.23d	11.92b	18.00c	**160a**	**190a**
L. cassius	Lca7190	66.50e	9.17b	5.50c	2.97d	0.85c	3.64h	**61.23a**	14.09ab	9.00d	**162a**	**191a**
	Lca729	**100.00a**	8.50c	6.00b	2.00d	0.50f	4.00g	32.50d	10.20b	13.00d	**160a**	**190a**
	Lca818	70.0d	**11.13a**	3.00e	3.50c	0.65e	5.31f	14.28f	3.16e	10.00d	**158a**	**190a**
	Lca8984	**100.0a**	**12.00a**	5.00c	1.00e	0.30h	3.33h	45.00c	11.44b	34.00b	**160a**	**190a**
L. chloranthus	Lch42687	72.67d	9.61b	4.56d	4.39b	0.63e	6.90e	21.58e	6.10d	**65.00a**	**160a**	**188a**
L. cicera	Lci2938	80.00c	8.00c	1.00g	2.00d	0.40g	5.00f	2.80i	0.50g	19.00c	**165a**	**190a**
	Lci40308	90.00b	9.00b	1.00g	3.00c	0.40g	7.50d	3.00i	0.60g	3.00e	**160a**	**191a**
L. inconspicuous	Li1879	40.00g	3.50h	4.60d	3.60c	0.46g	7.95c	54.40b	**16.57a**	34.00b	83c	129bc
	Li1995	27.83i	5.33f	3.83e	**5.00a**	0.55f	**9.21a**	1.04i	0.29g	9.00d	97bc	140b
	Li2025	28.40i	5.20f	4.40d	3.30c	0.66e	5.21f	1.28i	0.37g	10.00d	97bc	134bc
	Li2040	36.11h	4.00g	2.00f	1.69e	0.80c	2.15i	1.59i	0.44g	8.00d	97bc	140b
	Li2050	29.33i	6.73e	4.00d	4.43b	0.50f	8.87b	1.22i	0.27g	14.00c	97bc	134
	Li2074	60.00e	9.00b	5.00c	3.00c	0.40g	7.50d	2.60i	0.61g	16.00c	97bc	134
	Li2123	30.60h	1.80j	3.80e	3.50c	0.46g	7.65d	13.80f	2.62e	32.00b	92bc	144b
	Li24585	36.25h	2.13i	4.50d	4.13b	0.45g	**9.31a**	5.13h	2.13e	20.00c	102b	147b
	Li32837	37.50h	1.88j	4.25d	4.00b	0.45g	8.94b	7.13g	2.75e	20.00c	92bc	140b
	Li32844	38.50h	1.88j	4.50d	2.25d	0.43g	5.38f	4.75i	1.76f	20.00c	97bc	140b

گونه **Species**	کد **Code**	ارتفاع گیاه **Plant height** (**cm**)	طول میانگره **Internode length** (**cm**)	تعداد ساقه **Number of stems**	طول غلاف **Pod length** (**cm**)	عرض غلاف **Pod width** (**cm**)	اندیکس غلاف **Pod Index**	تولید زیست توده **Biomass production** (**g**)	وزن خشک گیاه **Plant dry weight** (**g**)	زمان جوانه زنی **Germination time** (روز)	زمان گلدهی **Flowering time** (روز)	زمان رسیدن بذر **Seed ripening time** (روز)
	Li32846	32.00h	2.10i	4.60d	3.50c	0.50f	7.00d	8.40g	3.24e	32.00b	92bc	137b
	Li32857	24.00i	2.83i	3.50e	3.17c	0.50f	6.33e	14.75f	3.70e	34.00b	83c	129bc
	Li32868	34.80h	1.70j	4.60d	2.40d	0.46g	5.25f	4.80h	1.50f	29.00b	97bc	140b
	Li32873	19.00j	1.83j	4.83d	2.58d	0.45g	5.92f	5.58h	1.73f	34.00b	97bc	134bc
	Li32894	39.60h	1.80j	5.80c	3.30c	0.48g	6.95e	9.00g	3.30e	20.00c	97bc	144b
	Li32903	25.00i	1.40j	4.20d	2.40d	0.44g	5.45f	7.80g	2.80e	32.00b	97bc	139b
	Li32904	25.00i	1.60j	5.00c	2.00d	0.44g	4.55g	3.90i	0.54g	32.00b	107b	139b
	Li32914	27.50i	2.25i	4.75d	3.50c	0.50f	7.00d	6.50h	2.50e	20.00c	95bc	140b
	Li32984	24.00i	1.50j	5.60c	2.30d	0.48g	4.80g	8.30g	2.90e	20.00c	97bc	144b
	Li40323	23.50i	2.10i	3.20e	2.80d	0.48g	6.00e	9.36g	2.53e	32.00b	105b	159ab
	Li40435	26.67i	6.33e	6.67b	2.30d	**1.07a**	2.19i	31.55d	8.38c	6.00e	107b	139b
	Li44971	23.75i	6.00e	3.00e	**5.00a**	0.55f	**9.17a**	1.49i	0.35g	15.00c	95bc	140b
	Li45016	23.00i	5.00f	3.80e	3.66c	**1.12a**	3.28h	3.06i	0.80g	15.00c	97bc	144b
	Ls12716	29.89i	7.94d	1.78g	2.16d	**1.12a**	1.91j	0.72j	0.18g	5.00e	90bc	122c
	Ls13631	45.00g	3.50h	2.00f	2.50d	**1.10a**	2.27i	2.90i	0.65g	5.00e	92bc	120c
	Ls1554	61.78e	9.89b	1.7g	2.18d	0.69e	3.29h	1.15i	0.28g	3.00e	90bc	124c
	Ls20425	39.94h	7.97d	2.11f	2.19d	**1.06a**	2.08i	1.20i	0.29g	4.00e	94bc	122c
L. sativus	Ls3039	47.78g	8.70c	2.33f	2.36d	**1.20a**	1.99j	1.89i	0.48g	3.00e	90bc	120c
	Ls38981	51.50f	8.93c	1.89g	2.12d	**1.03a**	2.06i	0.94j	0.27g	3.00e	92bc	120c
	Ls5322	40.89g	4.78g	2.00f	2.03d	0.93b	2.36i	4.37i	1.23f	11.00d	90bc	122c
	Ls587A	39.78h	7.61d	1.78g	1.94e	**1.03a**	1.97j	1.49i	0.33g	3.00e	90bc	120c
	Ls608	57.61f	9.67b	1.78g	2.28d	**1.09a**	2.09i	1.82i	0.48g	3.00e	94bc	120c

حروف مختلف نشان دهنده حروف متفاوت بیان‌کننده تفاوت معنی‌دار در سطح $P < ۰/۰۵$ با روش دانکن هستند.

Different letters indicate a significant difference at the level of P < 0.05 by Duncan's method.

جدول ۶- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صفات مورد مطالعه *Lathyrus* spp.

Table 6- Principal components analysis of studied traits in *Lathyrus* spp.

متغیر Variable	مؤلفه اول First component	مؤلفه دوم Second component	مؤلفه سوم Third component	مؤلفه چهارم Fourth component
ارتفاع گیاه Plant height	0.258	0.159	-0.422	-0.181
طول میانگره Internode length	0.181	0.174	-0.46	0.126
تعداد ساقه در گیاه Number of stems	0.328	0.083	0.3	0.045
طول غلاف Pod length	0.02	-0.42	0.243	0.433
عرض غلاف Pod width	-0.278	0.272	0.262	0.105
اندیکس غلاف Pod Index	0.155	-0.488	-0.057	0.231
تولید زیست توده Biomass production	0.349	0.24	0.084	-0.065
وزن خشک گیاه Dry weight	0.356	0.252	0.105	-0.073
طول بذر Seed length	-0.267	0.363	-0.06	0.341
عرض بذر Seed width	-0.241	0.36	-0.107	0.441
اندیکس بذر Seed Index	-0.179	0.065	0.31	-0.546
زمان گلدهی Flowering time	0.371	0.134	0.081	0.168
زمان رسیدن بذر Seed ripening time	0.375	0.057	0.167	0.196
مقادیر ویژه Eigenvalue	5.7079	3.0095	2.0076	1.1163
درصد واریانس نسبی Proportion %	0.408	0.215	0.143	0.08
درصد واریانس تجمعی Cumulative %	0.408	0.623	0.766	0.846

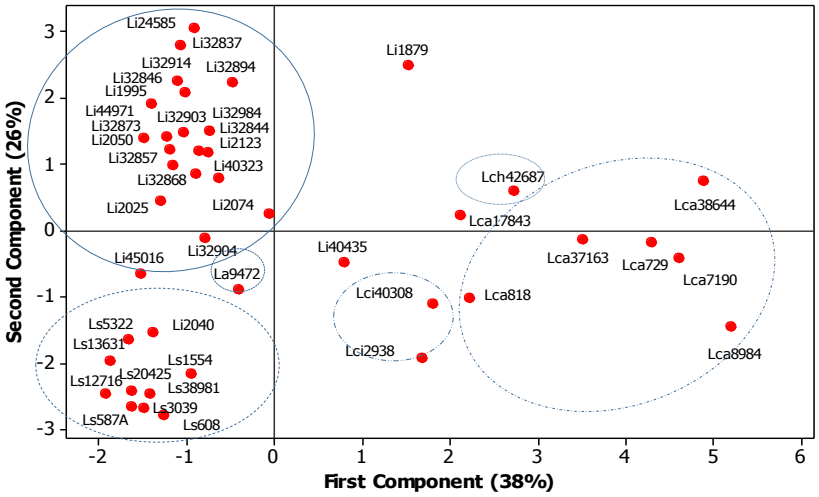
جدول ۷- تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه ***Lathyrus* spp.** براساس میانگین داده‌ها

Table 7. Pearson correlation coefficient values between studied traits of *Lathyrus* spp. based on average data

	ارتفاع گیاه **Plant height**	طول میانگره **Internode length**	تعداد ساقه **Number of stems**	طول غلاف **Pod length**	عرض غلاف **Pod width**	اندیکس غلاف **Pod Index**	تولید زیست توده **Biomass production**	وزن خشک **Dry weight**	طول بذر **Seed length**	عرض بذر **Seed width**	اندیکس بذر **Seed Index**	زمان گلدهی **Flowering time**	زمان رسیدن بذر **Seed ripening time**
طول میانگره **Internode length**	0.706**												
تعداد ساقه در گیاه **Number of stems**	0.227	0.118											
طول غلاف **Pod length**	-0.425*	-0.258	0.036										
عرض غلاف **Pod width**	-0.571**	-0.319	-0.339	-0.109									
اندیکس غلاف **Pod Index**	0.05	0.02	0.182	0.73**	-0.723**								
تولید زیست توده **Biomass production**	0.51**	0.369	0.746**	-0.211	-0.245	-0.086							
وزن خشک گیاه **Dry weight**	0.54**	0.365	0.794**	-0.239	-0.275	-0.081	0.988**						
طول بذر **Seed length**	-0.2	0.002	-0.413*	-0.339	0.663**	-0.618**	-0.313	0.137					
عرض بذر **Seed width**	-0.156	0.066	-0.378	-0.328	0.612**	-0.574**	-0.276	0.106	0.986**				
اندیکس بذر **Seed Index**	-0.309	-0.364	-0.203	-0.078	0.413*	-0.345	-0.241	0.233	0.186	0.024			
زمان گلدهی **Flowering time**	0.533**	0.397	0.684**	0.038	-0.395	0.145	0.819**	0.247	-0.355	-0.303	-0.327		
زمان رسیدن بذر **Seed ripening time**	0.388	0.264	0.753**	0.153	-0.424*	0.241	0.784**	0.273	-0.456*	-0.399	-0.36	0.961**	

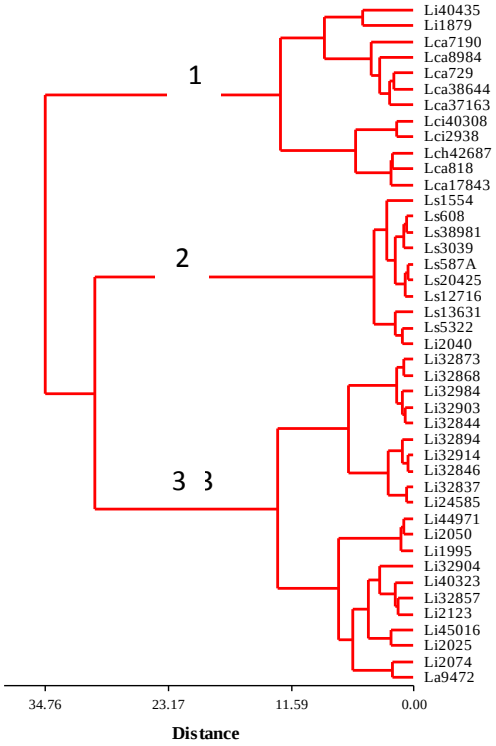
* و **: به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار.

*, **: significant at 0.05 and 0.01 levels, respectively.



شکل ۲- گروه‌بندی ۴۴ اکسشن ***Lathyrus*** **spp.** براساس ۲ مؤلفه اصلی اول و دوم میانگین داده‌ها

Table 2- Scatter plot of 44 accessions of *Lathyrus* spp. based on the first and second principal components of the average data



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای (به روش **Ward**) ۴۴ اکسشن ***Lathyrus*** **spp.** بر اساس میانگین داده‌ها

Table 3- Dendrogram of cluster analysis (Ward's method) of 44 *Lathyrus* spp. accessions based on the average data

بحث

گونه‌های زراعی Lathyrus جزء محصولات orphan (محصولاتی که معمولاً در سطح بین‌المللی تجارت نمی‌شوند اما می‌توانند نقش مهمی در امنیت غذایی منطقه ایفا کنند) محسوب می‌شوند. محصولات orphan به طور گسترده در برخی کشورهای آفریقایی و خاورمیانه کشت می‌شوند و منبع غذایی مهمی در اکوسیستم‌های کشاورزی کم بازده حاشیه‌ای هستند (Vaz Patto et al., 2006a). با وجود انعطاف‌پذیری بالا در برابر تنش‌های زیستی و غیرزیستی، این گونه‌ها همراه با عملکرد بالا و ارزش‌های غذایی شناخته‌شده‌شان (به‌عنوان منبع اصلی پروتئین) مورد غفلت قرار می‌گیرند (Korus et al., 2008; Grela et al., 2010, 2012; Vaz Patto et al., 2006b). این ویژگی‌های ارزشمند، آنها را در میان بالقوه‌ترین منابع ژنتیکی برای تغذیه و برنامه‌های اصلاح نژادی آینده برای رویارویی با چالش‌های عمده جهانی و تغییرات آب و هوایی قرار می‌دهد (Hickey et al., 2019; Gonçalves et al., 2022; Bohra et al., 2022). بنابراین ارزیابی و شناخت تنوع ژنتیکی موجود برای اصلاح و حفاظت از مجموعه‌های ژرم پلاسم Lathyrus بسیار مفید است (Mahna et al., 2010; Sellami et al., 2020). نتایج آزمونهای تجزیه‌وتحلیل چند متغیره صفات مورفولوژیکی ۴۴ اکسشن شش گونه جنس *L. aphaca* var. *aphaca*، *L. cassius*، *L. chloranthus*، *L. cicera*، *L. inconspicuus* و *L. sativus* نشان دادند که اکسشن های مورد مطالعه بسیار متنوع هستند. تنوع اکسشن‌ها در یک منطقه جغرافیایی ممکن است به دلیل ناهمگونی محیطی و ساختار ژنتیکی اکسشن‌ها باشد (Singh, 1991) که در گونه‌های مختلف گیاهی گزارش شده است (*Alemayehu & Becker*, 2002; Singh *et al*., 2004; Bhargava *et al*., 2007; Aryakia *et al*., 2016; Jafari *et al*., 2017). اکسشن‌های مورد مطالعه هر گونه تنوع زیادی را در طول و عرض بذر، اندیکس بذر (نسبت طول به عرض)، ارتفاع گیاه، طول میانگره، تعداد ساقه در گیاه، طول غلاف، عرض غلاف، اندیکس غلاف (نسبت طول به عرض)، تولید زیست توده و وزن خشک گیاه نشان دادند. بر اساس گزارش‌ها تنوع زیادی بین جمعیت طبیعی *Medicago sativa* (Moawed, 2016)، *M. truncatula* و *M. laciniata* (Chebouti *et al*., 2019)، *Onobrychis viciifolia* و (Irani *et al*., 2016) *Trifolium repens* و (Welham *et al*., 2002) برای صفات ریخت‌شناسی مشاهده شده است. طبق تفسیر آنها، تنوع زیاد تشخیص داده شده در بین اکسشن‌ها ممکن است ناشی از ساختار ژنتیکی آنها باشد که احتمالاً به دلیل هتروزیگوسیتی و دگرگرده‌افشانی است. آنان بیان کردند که تنوع در صفات برای تمایز بین اکسشن‌ها، به‌ویژه اکسشن‌هایی که برای تولید زیست توده مطلوب هستند بسیار مهم بوده و اصلاح از طریق انتخاب ساده این صفات را امکان‌پذیر می‌سازد. در این پژوهش صفت تعداد روز تا گلدهی به طور قابل توجهی در میان گونه‌های مورد بررسی متفاوت و از ۸۳ روز تا ۱۶۵ روز متغیر بود. صفت تعداد روز تا رسیدن بذر نیز مطابق با صفت تعداد روز تا گلدهی بود که از ۱۲۰ تا ۱۹۰ روز متغیر بود. گونه‌های *L. cassius*، *L. chloranthus* و *L. cicera* زودتر از سایر گونه‌ها گل دادند و بذر تولید کردند (جدول ۶). دامنه وسیعی از مقادیر در ارتفاع گیاه (۱۹ تا ۱۰۰ سانتی‌متر، به ترتیب در *L. chloranthus* و *L. cassius*)، طول میانگره (۱/۴ تا ۱۲/۱ سانتی‌متر، به ترتیب در *L. chloranthus* و *L. cassius*)، تعداد ساقه در بوته (۱ تا ۸، به ترتیب در *L. cicera* و *L. cassius*)، طول میوه (۱ تا ۵ سانتی‌متر، به ترتیب در *L. cassius* و *L. inconspicuus*)، عرض میوه (۰/۳ تا ۱/۱۲ سانتی‌متر، به ترتیب در *L. cassius* و *L. sativus*)، تولید زیست توده (۱ تا ۶۱ گرم، به ترتیب در *L. sativus* و *L. cassius*) و طول دوره جوانه‌زنی (سه روز در بیشتر اکسشن‌های گونه *L. sativus* و نیز در اکسشن گونه *L. aphaca var.aphaca*، تا ۶۵ روز در *L. chloranthus*) نه تنها میان گونه‌ها بلکه بین اکسشن‌های گونه‌ها مشاهده می‌شود که ناشی از وجود اکوتیپ‌های مختلف است. تولید زیست توده کم گونه‌های *L. aphaca var.aphaca*، *L. cicera* و *L. sativus* ناشی از تعداد ساقه و برگ کمتر و به‌عبارتی تفاوت بین گونه‌ای بود. مقادیر صفات دیگر ازجمله وزن خشک، هر چند دارای دامنه نسبتاً کمی بودند ولی تفاوت معنی‌داری ($p<۰/۰۰۱$) در بین اکسشن‌ها داشتند که حکایت از تنوع بالا دارد. به این ترتیب نه تنها از اکسشن‌هایی که دارای ویژگی‌های برتر هستند می‌توان برای معرفی اکوتیپ

انتخاب کرد، بلکه استفاده از گیاهان اکسشن‌های مختلف برای گسترش پایه ژنتیکی توصیه می‌شود (Laghetti *et al*. 1998; Ghafoor *et al*., 2002). به این ترتیب تنوع موجود در اکسشن های مختلف هر گونه می‌تواند در برنامه‌های اصلاح علوفه برای انتخاب یک رقم گیاهی مناسب مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد استفاده قرار گیرد (Chebouti *et al*., 2019). تجزیه‌وتحلیل همبستگی‌های ساده بین صفات نشان داد اکسشن‌هایی که گیاهان دارای ارتفاع بلندتر بوده و طول میانگره و تعداد ساقه بیشتری دارند عملکرد زیست توده بالاتری دارند. همبستگی‌های مثبت ثبت شده در بین اکسشن‌ها نشان می‌دهد که این صفات می‌توانند به عنوان معیارهای انتخاب برای اکسشن‌هایی با بازده زیست توده بالا مورد استفاده قرار گیرند. طبق تحقیقات انجام شده، عملکرد زیست توده و ارتفاع بوته در هنگام بلوغ، از ویژگی‌های متمایزکننده اکسشن‌های *Medicago sativa* L. (Basafa & Taherian, 2009)، *Onobrychis viciifolia* (Bakheit *et al*., 2011; 2002) و *Trifolium repens* (Irani *et al*., 2016) (Welham *et al*., 2002) هستند. آنان بیان کردند در اصلاح گیاهان علوفه‌ای، از اکسشن‌هایی با ویژگیهای ذکرشده می‌توان به عنوان والدین استفاده کرد. همانگونه که ذکر شد طبق این نتایج ارتفاع بوته با تعداد روز تا درصد گلدهی رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. مشابه با این پژوهش، ارتباط معنی‌داری بین تعداد روز تا گلدهی و ارتفاع بوته در عدس (*Ojiewo et al*., 2012) و *Corchorus* spp. (Ngomuo *et al*., 2017) گزارش شده است. محدودکننده ترین و مهمترین عوامل تولید و تولید زیست توده، گلدهی و تولید بذر زود هنگام است (Shukla *et al*., 2010). نتایج آزمون تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نشان داد صفت وزن خشک گیاه، تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا رسیدن بذر با ضریب مثبت مهمترین نقش را در تبیین مؤلفه اول داشت (جدول ۱۲). در مؤلفه دوم، اندیکس غلاف و طول غلاف با ضرایب منفی و طول و عرض بذر با ضرایب مثبت از سایر صفات متمایز بود. کل واریانس تجمعی این دو مؤلفه ۶۲٪ بود که نشان دهنده میزان بالای تنوع بین صفات مورد مطالعه است. به علاوه، از این صفات می‌توان به عنوان صفات فنوتیپی در تمایز اکسشن‌ها استفاده کرد. تجزیه‌وتحلیل تنوع ژنتیکی ژرم‌پلاسم ها با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی یک گام اولیه برای اصلاح گیاهان است (Julia *et* al., 2016; Peratoner *et al*., 2016; Loumerem & Alercia, 2016; Shen *et al*., 2019). از گوناگونی صفات مورفولوژی می‌توان برای طبقه‌بندی اکسشن‌های گیاهی در گروه‌های مختلف استفاده کرد. در این مطالعه با استفاده از ۱۴ ویژگی ۴۴ اکسشن از شش گونه جنس *Lathyrus* در سه خوشه گروه‌بندی شدند. خوشه ۱، عمدتاً متشکل از اکسشن‌های گونه‌های *L. cassius*، *L. chloranthus* و *L. cicera* بودند که زودتر از سایر گونه‌ها گل دادند و بذر تولید نمودند. خوشه ۲، متشکل از اکسشن‌های گونه *L. sativus* و خوشه ۳، متشکل از اکسشن‌های گونه *L. inconspicuus* است. آزمون‌های خوشه‌بندی در اصلاح کاربرد زیادی دارد. به‌طوری‌که اکسشن‌های یک خوشه خاص ممکن است دارای ژن‌های مطلوب برای یک ویژگی خاص باشند که می‌تواند با سایر اکسشن‌های خوشه‌های مختلف هیبرید شوند. بنابراین ممکن است باعث تجمع ژن‌های مطلوب را در هیبریدها تسهیل کند. ژن‌های مطلوب هیبریدهایی که بدین ترتیب به دست می‌آیند ممکن است پس از انتخاب‌ها و تلاقی‌های مکرر در نسل‌های بعد ثابت و منجر به معرفی انواع پرمحصول با صفات مطلوب شوند (Jafari *et al*., 2017). بعلاوه بررسی مورفولوژی ۴۴ اکسشن از منشأ جغرافیایی مختلف شش گونه *L. aphaca var.aphaca*، *L. cassius*، *L. chloranthus*، *L. cicera*، *L. inconspicuus* و *L. sativus* در شرایط ثابت مزرعه‌ای نشان داد که عملکرد اکسشن‌های هر گونه هیچ ارتباطی با منشأ جغرافیایی آنها ندارد. الگوی خوشه‌بندی نشان دهنده شباهت اکسشن‌های مناطق مختلف جغرافیایی ایران است. به این ترتیب می‌توان بیان کرد که شباهت بین اکسشن‌ها ناشی از منشأ جغرافیایی آنها نیست. این نتایج قابل مقایسه با نتایج Polignano و همکاران (۲۰۰۵) بود، به‌طوری‌که با استفاده از ۱۰ صفت مورفو زراعی کیفیت بذر ۴۷ اکسشن *L. sativus* را با منشأ جغرافیایی متفاوت از ایتالیا ارزیابی کرده بودند. نتایج مشابهی نیز توسط Ahamed و همکاران (۲۰۱۲) به دست آمد که ۱۰۷ ژنوتیپ *L. sativus* با منشأ جغرافیایی مختلف از بنگلادش را ارزیابی کرده بودند. Aci و همکاران (۲۰۲۰) نیز با بررسی ویژگی‌های اگرونومی و مولکولی اکسشن‌های سه گونه *L. sativus*، *L cicero* و *L. ochrus* از یونان، تفسیر کردند که

پراکنش طبیعی گونه‌های *Lathyrus* بوسیله ارقام زراعی منفصل شده است. بااین‌حال، تنوع مشاهده شده نشان می‌دهد که بهبود ژنتیکی با تلاقی و انتخاب به طور بالقوه امکان‌پذیر است (Vaz Patto & Rubiales, 2014; Chatterjee *et al*., 2019).

نتیجه‌گیری

خلر و خویشاوندان آن محصولات مقاوم به آب و هوا هستند که قادر به مقاومت در برابر سال‌های خشک شدید و سایر تنش‌های غیرزیستی می‌باشند، بنابراین ظرفیت زیادی به‌عنوان یک منبع ژنی مقاوم در برابر تنش برای بهبود محصول دارند. در این مطالعه، صفات مورفولوژیکی اکسشن‌های شش گونه Lathyrus ارزیابی شد. نتایج نشان دادند که اختلاف معنی‌داری بین اکسشن‌های L. cassius و L. inconspicuus از نظر خصوصیات مورفولوژیکی به‌جز زمان گلدهی و رسیدگی بذر وجود داشت. اکسشن‌های مورد مطالعه گونه L. sativus علاوه بر زمان گلدهی و رسیدگی بذر تنوعی در وزن خشک گیاه، تولید زیست توده و ویژگی‌های غلاف نیز نشان ندادند. ظرفیت زراعی ۴۴ اکسشن از منشأ جغرافیایی مختلف شش گونه مورد مطالعه در شرایط ثابت مزرعه‌ای نشان داد که عملکرد اکسشن‌های هر گونه هیچ ارتباطی با منشأ جغرافیایی آنها ندارد. الگوی خوشه‌بندی نشان دهنده شباهت اکسشن‌های مناطق مختلف جغرافیایی ایران است. به این ترتیب می‌توان بیان کرد که شباهت بین اکسشن‌ها ناشی از منشأ جغرافیایی آنها نبوده و پراکنش طبیعی گونه‌های Lathyrus بوسیله ارقام زراعی منفصل شده است. بااین‌حال، تنوع مشاهده شده نشان می‌دهد که بهبود ژنتیکی با تلاقی و انتخاب به طور بالقوه امکان‌پذیر است. به‌طوری‌که ظهور همزمان دو صفت عملکرد بالای زیست توده و ارتفاع بلندتر بوته، ویژگی متمایزکننده‌ای تشخیص داده شدند که می‌توان اکسشن‌هایی با ویژگی‌های ذکرشده را به عنوان والدین استفاده کرد. این نتایج برای حفظ ژرم‌پلاسم و مدیریت مجموعه و برای برنامه‌های اصلاحی کارآمد جدید مفید خواهد بود.

منابع مورد استفاده

– Aci, M.M., Lupini, A., Badagliacca, G., Mauceri, A., Lo Presti, E. and Preiti, G., 2020. Genetic diversity among Lathyrus ssp. based on agronomic traits and molecular markers. Journal of Agronomy, 10: 1182.
– Ahamed, K.U., Akhter, B., Islam, S.M.A.S., Moniruzzaman, M. and Alam, M.A., 2012. Genetic variability of some morphological traits in grasspea (Lathyrus sativus) germoplasm. Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture Kyushu University, 35: 61–68.
– Alemayehu, N., Becker, H., 2002. Genotypic diversity and patterns of variation in a germplasm material of Ethiopian mustard (Brassica carinata A. Braun). Genetic Resources and Crop Evolution, 49(6): 573–582.
– Aryakia, E., Karimi, H.R., Naghavi, M.R., Fazeli, S.A.SH., 2016. Morphological characterization of intra- and interspecific diversity in some Iranian wild Allium species. Euphytica, 211(2): 185-200.
– Bakheit, B.R., Ali, M.A., Helmy, A.A., 2011. Effect of selection for crown diameter on forage yield and quality components in alfalfa (Medicago sativa L.). Asian Journal of Crop Science, 3: 68-76.
– Basafa, M. and Taherian, M., 2009. A Study of Agronomic and Morphological Variations in Certain Alfalfa (Medicago sativa L.) Ecotypes of the Cold Region of Iran. Asian Journal of Plant Sciences, 8: 293-300.
– Bhargava, A., Shukla, S., Rajan, S. and Ohri, D., 2007. Genetic diversity for morphological and quality traits in quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) germplasm. Genetic Resources and Crop Evolution, 54: 167–173.
– Bohra, A., Kilian, B., Sivasankar, S., Caccamo, M., Mba, C., McCouch, S.R. and Varshney, R.K. 2022. Reap the crop wild relatives for breeding future crops. Trends of Biotechnology, 40, 412–431.
– Chatterjee, C., Debnath, M., Karmakar, N. and Sadhukhan, R., 2019. Stability of grass pea (Lathyrus sativus L.) genotypes in different agroclimatic zone in Eastern part of India with special reference to West Bengal. Genetic Resources and Crop Evolution, 66: 1515–1531.
– Chebouti, A., Meziani, N., Bessedik, F., Laib, M. and Amrani, S., 2019. Variation in Morphological Traits and Yield Evaluation among Natural Populations of Medicago truncatula and M. laciniata. Asian Journal of Biological Sciences, 12: 596-603.
– Crin`o, P., Polignano, G.B. and Tavoletti, S., 2004. Grass pea, a potentially important crop in Mediterranean agriculture. Grain Legumes, 40: 6–7.
– Ghafoor, A., Ahmad, Z., Qureshi, A.S. and Bashir, M., 2002. Genetic relationship in Vigna mungo (L.) Hepper and V. radiate (L.) R. Wilczek based on morphological traits and SDSPAGE. Euphytica, 123:

qualitative yield of seeds and forage in mixed cultivation of barley. Master Thesis. Birjand University, Khorasan Jonubi, 111p.
– Korus, J., Wituak, M., Juszczak, L. and Ziobro, R., 2008. Grass pea (Lathyrus sativus L.) starch as an alternative for cereal starches. Rheological properties and retrogradation susceptibility. Journal of Food Engineering, 88: 528–534.
– Laghetti, G., Pienaar, B.L., Pasdulosi, S., Perrino, P., 1998. Eco-geographical distribution of Vigna savi in southern Africa and some areas of the Mediterranean basin. Plant Genetic Resource Newsletter, 115: 6–12.
– Loumerem, M., and Alercia, A., 2016. Descriptors for jute (Corchorus olitorius L.). Genetic Resources and Crop Evolution, 63(7): 1103-1111.
– Mahna, N., Valizadeh, M. and Emaratpardaz, J., 2010. Analysis of Genetic Diversity in Iranian Grasspea Landraces (Lathyrus sativus L.) based on Agronomic Traits and Seed Storage Proteins. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 28 (9): 29-42.
– Moawed, M.M., 2016. Evaluation of morphological and anatomical characters for discrimination and verification of some Medicago sativa (L.) Cultivars. Indian Journal of Agricultural Research, 50: 183-192.
– Mozafarian, V.A., 1996. Iranian plant names dictionaries, Latin-English-Persian. Farhange Mosavar Publications, Iran, 590p.
– Ngomuo, M., Stoilova, T., Feyissa, T. and Ndakidemi, P.A., 2017. Characterization of morphological diversity of jute mallow (Corchorus spp.). International Journal of Agronomy, ID: 6460498: 12.
– Ojiewo, O.C.m Mwai, N.G.m Abukutsa-Onyango, O.M., Agong, G.S., Nono-Womdim, R., 2012. Exploiting the genetic diversity of vegetable African nightshades. Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability, 7: 6–13.
– Peratoner, G., Seling, S., Klotz, Florian, C., Figl, U. and Schmitt, A.O., 2016. Variation of agronomic and qualitative traits and local adaptation of mountain landraces of winter rye (Secale cereale L.) from Val Venosta/Vinschgau (South Tyrol). Genetic Resources and Crop Evolution, 63: 261-273.
– Polignano, G.B., Bisignano, V., Tomaselli, V., Uggenti, P., Alba, V. and Della Gatta, C., 2009. Genotype × Environment Interaction in Grass Pea (Lathyrus sativus L.) Lines. International Journal of Agronomy, ID: 898396, p. 7.
– Polignano, G.B., Uggenti, P., Alba, V., Bisignano, V. and Della Gatta, C., 2005. Morpho-agronomic diversity in grasspea (Lathyrus sativus L.). Plant Genetic Resources, 3: 29–34.
– Poma, I. Gristina, L. Davi, A. Bisignano, V. Della 367–378.
– Ghorbani, K., Mohammadi Saei, M. and Biranvand, M.H., 2016. Determining the nutritional value of 11 Lathyrus cultivars cultivated in rainfed conditions in Lorestan province. Sixth National Conference on Iranian legumes. Khorramabad, Iran, 8-13 Sep. P: 165-168.
– Gonçalves, L., Rubiales, D., Bronze, M.R. and Vaz Patto, M.C., 2022. Grass Pea (Lathyrus sativus L.)- A sustainable and resilient answer to climate challenges, Journal of Agronomy, 12: 1324.
– Grela, E.R., Rybi´nski, W., Klebaniuk, R. and Matras, J., 2010. Morphological characteristics of some accessions of grass pea (Lathyrus sativus L.) grown in Europe and nutritional traits of their seeds. Genetic Resources and Crop Evolution, 57: 693–701.
– Grela, E.R., Rybinski, W., Matras, J. and Sobolewska, S., 2012. Variability of phenotypic and morphological characteristics of some Lathyrus sativus L. and L. cicera L. accessions and nutritional traits of their seeds. Genetic Resources and Crop Evolution, 59: 1687–1703.
– Hanburya, C.D. Whiteb, C.L., Mullanc, B.P. and Siddique, K.H.M., 2000. A review of the potential of Lathyrus sativus L. and L. cicera L. grain for use as animal feed. Journal of Animal Feed Science and Technology, 87: 1-27.
– Hickey, L.T., Hafeez, A.N., Robinson, H., Jackson, S.A., Leal-Bertioli, S.C.M., Tester, M., Gao, C., Godwin, I.D., Hayes, B.J. and Wulff, B.B.H., 2019. Breeding crops to feed 10 billion. Nature Biotechnology, 37, 744–754.
– Humphries, C.J. and Parenti, L.R., 1999. Cladistic biogeography. Interpreting patterns of plant and animal distributions, 2nd ed. Oxford University Press, Oxford, UK, 569p.
– Irani, S., Majid, M.M. and Mirlohi, A., 2016. Genetic variation for clonal propagation and trait association with field performance in sainfoin. Tropical Grasslands, 4: 38−46.
– Jafari, S., Hassandokht, M.R., Taheri, M. and Kashi A., 2017. Genetic diversity and taxonomic studies of Allium Akaka and A. elburzense native to Iran using morphological characters. Journal of Horticultural Research, 25(1): 99–115.
– Julia, C.C., Waters, D.L.E., Wood, R.H. and Rose, T.J. 2016. Morphological characterization of Australian ex situ wild rice accessions and potential for identifying novel sources of tolerance to phosphorus deficiency. Genetic Resources and Crop Evolution, 63: 327-337.
– Kheradmand, S., 2011. Investigation of the effect of planting density and ratios on quantitative and

Gatta, C. and Polignano, G.B., 2007. Performance of selected grass pea lines in Sicily (Italy). 6th European Conference on Grain Legumes, Lisbon, Portugal, November: 103.
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. and Xu, J., 2019. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review. Plants, 8: 34-44.
- Sahaf, A.S., 2018. The effect of using raw or autocalled kelp seeds in the diet of laying hens on egg yield and quality. Journal of Livestock Production, 1: 143-131.
- Sellami, M.H., Pulvento, C., Amarowicz, R. and Lavini, A., 2020. Field phenotyping and quality traits of grass pea genotypes in South Italy. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1: 15-22.
- Sharma, R.N., Chitale, M.W., Ganvir, G.B., Geda, A.K. and Pandey, R.L., 2000. Observations on the development of selection criterion for high yield and low neurotoxin in grass pea based on genetic resources, Lathyrus. Lathyrism Newsletter, 1: 15–16.
- Shehadeh, A., Amri, A. and Maxted, N., 2013. Ecogeographic survey and gap analysis of Lathyrus L. species. Genetic Resources and Crop Evolution, 60: 2101–2113.
- Shen, G., Girdthai, T., Liu, Z.Y., Fu, Y.H., Meng, Q.Y. and Liu, F.Z., 2019. Principal component and morphological diversity analysis of Job's-tears (Coix lacryma-jobi L.). Chilean Journal of Agricultural Research, 79: 131-143.
- Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee, A., Pandey, A.C. and Mishra, B.K., 2010. Diversity in phenotypic and nutritional traits in vegetable amaranth (Amaranthus tricolor), a nutritionally underutilized crop. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90: 139–144.
- Singh, S.P., Shukla, S. and Yadav, H.K., 2004. Multivariate analysis to the breeding system in opium poppy (Papaver somniferum L.). Genetika, 34(2): 111–120.
- Vaz Patto, M.C., Fernandez-Aparicio, M., Moral, A. and Rubiales, D., 2006. Characterization of resistance to powdery mildew (Erysiphe pisi) in a germplasm collection of Lathyrus sativus. Plant Breeding, 125: 308–310.
- Vaz Patto, M.C., Rubiales, D. 2014. Lathyrus diversity: Available resources with relevance to crop improvement: L. sativus and L. cicera as case studies. Annals of Botany, 113: 895–908.
- Vaz Patto, M.C., Skiba, B., Pang, E.C.K., Ochatt, S.J., Lambein, F. and Rubiales, D., 2006. Lathyrus improvement for resistance against biotic and abiotic stresses: From classical breeding to marker assisted selection. Euphytica, 147:133–147.
- Welham, C., Turkington, R. and Sayre, C., 2002. Morphological plasticity of white clover (Trifolium repens L.) in response to spatial and temporal resource heterogeneity. Oecologia, 130: 231-238.

Evaluation of yield and morphological traits variation of *Lathyrus* spp. accessions

P. Salehi Shanjani[1*], L. Rasoulzadeh[2], H. Javadi[3] and M. Nemati Peykani[4]

1*- Corresponding author, Associate Professor, Natural Resources Gene Bank of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, E-mail: psalehi1@gmail.com
2- Researcher, Natural Resources Gene Bank of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Natural Resources Gene Bank of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Agriculture and Natural Resources Research Center of Kurdistan, Research Organization, Agricultural Education and Extension, Sanandaj, Iran

Received: 06/15/2022 Accepted: 02/139/2023

Abstract

Lathyrus is the largest genus in the economically important tribe Fabeae. It is used for many purposes in animal feed, planting in low-yield lands, cold resistance, water shortage, and increasing soil fertility. To evaluate the yield and morphological traits of 44 accessions of six species of the genus *Lathyrus* including one accession of *L. aphaca* var. *aphaca*, seven accessions of *L. cassius*, one accession of *L. chloranthus*, two accessions of *L. cicera*, 22 accessions of *L. inconspicuus* and nine accessions of *L. sativus*, were studied as a randomized complete block design with three replications at Alborz Research Station in Karaj. The results showed that there was a significant difference between *L. cassius* and *L. inconspicuus* accessions in morphological characteristics except for flowering time and seed maturity. The studied populations of *L. sativus* in addition to flowering time and seed maturity did not show diversity in plant dry weight, biomass production, and pod characteristics. The field potential of 44 accessions of the six studied species with different geographical origins under constant field conditions showed no relationship with their geographical origin. Thus, it can be stated that the similarity between the accessions is not due to their geographical origin, and the natural distribution of *Lathyrus* species has been separated by crop cultivars. However, the observed diversity suggests that genetic improvement is potentially possible through crossbreeding and selection. Then the simultaneous appearance of two traits of high biomass yield and taller plant height in an accession was recognized as a distinguishing feature, and accessions with the above characteristics can be used as parents.

Keywords: Iran, Lathyrus, intraspecific diversity, seed, morphology.