نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۸
۱۷۱-۱۸۶
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2020.16491.2233

بررسی تنوع صفات اگرومورفولوژیک در جمعیت‌های عدس بومی استان زنجان و گزینش ژنوتیپ‌های برتر برای شرایط دیم

سهیلا مرادی[۱*]، جلال صبا[۲]، افشین توکلی[۳]، کامران افصحی[۴]

[۱]دانشجوی دکترای رشته اصلاح نباتات گرایش ژنتیک بیومتری دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
[۲]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
[۳]دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
[۴]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
تاریخ دریافت: ۹۸/۱/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۱۷

چکیده

سابقه و هدف: وجود تنوع در خصوصیات ژنتیکی، اساس هر برنامه اصلاحی است و وجود حداکثر تنوع، بزرگترین شانس برای حصول موفقیت در گزینش به‌ویژه در شرایط آب و هوایی متغیر نظیر دیم‌کاری محسوب می‌شود. با توجه به اهمیت منابع ژنتیکی بومی عدس برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی، آزمایش حاضر به منظور بررسی تنوع صفات مهم زراعی و گزینش تک‌بوته‌های عدس بومی استان زنجان در مزارع دیم انجام شد.

مواد و روش‌ها: به این منظور تعداد ۱۰۴۰ تک بوته عدس در شرایط دیم مزارع پنج شهرستان مختلف استان زنجان (شامل شهرستان‌های خرمدره، خدابنده، ایجرود، ماهنشان و زنجان (ارمغانخانه)) در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، انتخاب و از لحاظ صفات عملکردی و مورفولوژی شامل ارتفاع بوته، ارتفاع اولین انشعاب شاخه از سطح زمین، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، تعداد غلاف، تعداد غلاف پر، تعداد غلاف پوک، تعداد دانه، وزن هزاردانه، وزن دانه، وزن کاه و کلش و بیوماس ارزیابی شدند. برای مقایسه جمعیت‌های عدس تجزیه واریانس به صورت طرح کاملاً تصادفی نامتعادل انجام شد و جمعیت‌ها با تجزیه خوشه‌ای به روش Ward گروه‌بندی شدند. جهت گزینش ژنوتیپ‌های برتر در هر جمعیت، با در نظر گرفتن اهداف اصلاحی، صفات بر اساس درجه اهمیت مرتب شده و ژنوتیپ‌های برتر در هر جمعیت تعیین شدند.

یافته‌ها: نتایج آمار توصیفی نشان دهنده تنوع بالا بین جمعیت‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی به‌ویژه تعداد غلاف پوک (۱۱۷/۹۸ درصد) و وزن دانه (۵۵/۸۲ درصد) بود. برای صفات ارتفاع اولین شاخه، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه و کاه و کلش نیز تنوع بالایی مشاهده شد. از این‌رو، گزینش برای این صفات در جمعیت‌های مورد ارزیابی مؤثر به‌نظر می‌رسد. کمترین ضریب تغییرات نیز مربوط به صفات ارتفاع بوته (۱۰/۷۹ درصد)، ارتفاع اولین غلاف (۱۸/۸۳ درصد) و وزن هزاردانه (۲۵/۹۰ درصد) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین جمعیت‌های عدس از لحاظ تمام صفات مورد اندازه‌گیری در سطح احتمال ۰/۰۱ بود. جمعیت ایجرود بیشترین میانگین را برای تمام صفات مورد ارزیابی داشت. تجزیه خوشه‌ای این جمعیت‌ها را در سه گروه دسته‌بندی کرد. جمعیت ارمغانخانه و ایجرود هر یک جداگانه در یک گروه قرار گرفتند و سه جمعیت خرمدره، خدابنده و ماهنشان با هم گروه سوم را تشکیل دادند. جمعیت ایجرود دارای بیشترین درصد انحراف از میانگین کل

*مسئول مکاتبه: moradi_s998@email.com

برای اغلب صفات عملکردی و همچنین صفات مورفولوژیک مهم برای برداشت مکانیزه بود. در نهایت تعداد ۴۹۲ ژنوتیپ برتر برای بررسی در شرایط دیم در قالب طرح آزمایشی و بر اساس صفات عملکردی و صفات مؤثر در برداشت مکانیزه انتخاب شدند.

نتیجه‌گیری: در بین و درون جمعیت‌های عدس از لحاظ صفات اگرومورفولوژیک مورد بررسی تنوع مناسبی وجود داشت. نتایج تجزیه خوشه‌ای نیز این جمعیت‌ها را در سه گروه دسته‌بندی کرد. از آنجا که اختلاف ژنوتیپ‌ها در مناطق مختلف می‌تواند به دلیل تفاوت ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و همچنین، تأثیر اقلیم و محیط متفاوت رشد آن‌ها باشد، از این‌رو، برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، ارزیابی و گزینش در درون منطقه‌ها به‌طور جداگانه انجام شد. از آنجا که عدس گیاهی خودگشن و کلیستوگام است و درصد خودگشنی در آن بسیار بالاست (۹۹٪) بنابراین جمعیت‌های عدس هموزیگوس هتروژنس هستند. لذا بذر ژنوتیپ‌های انتخاب شده لاین خالص می‌باشد و روش گزینشی این مطالعه گزینش لاین‌های خالص بود. لاین‌های خالص حاصل از ژنوتیپ‌های گزینش شده را می‌توان در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار داد.

واژه‌های کلیدی: تنوع، عدس، عملکرد دانه، گزینش، منابع ژنتیکی.

مقدمه

در حال حاضر تقریباً دو سوم ساکنین زمین با فقر غذایی و سوء تغذیه روبرو هستند که مهم‌ترین نقص غذایی مربوط به کمبود پروتئین می‌باشد. با توجه به اهمیت حبوبات در تأمین بخش عمده پروتئین مورد نیاز بشر و بالا بودن قیمت پروتئین‌های حیوانی، استفاده از پروتئین‌های گیاهی به‌عنوان مکمل انواع حیوانی آن‌ها در تغذیه بشر جزء لاینفک زندگی جامعه جهانی امروزی می‌باشد. بنابراین، شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد و محدودیت‌هایی که در رابطه با عملکرد بالا در این گیاهان وجود دارد، می‌تواند اقدام مؤثری در راستای تولید ارقام پر محصول جهت تأمین پروتئین مورد نیاز انسان باشد (۳۲). در بین حبوبات، عدس (*Lens culinaris* Medik.) علاوه بر دارا بودن مقادیر زیاد پروتئین (حدود ۲۸ درصد) با کیفیت مناسب و مکمل برای پروتئین غلات، به‌دلیل همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن هوا و حاصل‌خیز کردن خاک‌ها، در تناوب با غلات، عامل مهمی در ثبات تولید محصول در مناطق خشک و دیم‌زارهای کشورهای در حال توسعه است (۲۴). عدس مانند سایر حبوبات منبع غنی از پروتئین، کربوهیدرات، فیبر، ویتامین و مواد معدنی است (۹). دانه‌های عدس غنی از منابع پروتئینی، مواد مغذی (پتاسیم، فسفر، آهن و روی)، ویتامین‌ها و نیز اسیدهای آمینه لوسین و تریپتوفان برای تغذیه انسان است (۶). عدس همچنین حاوی مقدار نسبتاً زیادی لیزین است و در ترکیب با غلات به‌علت فراهم کردن اسیدهای آمینه گوگرددار، تعادل غذایی مناسبی از لحاظ اسیدهای آمینه فراهم می‌کند (۷) و اخیراً به‌لحاظ مقادیر کم کربوهیدرات قابل جذب، در رژیم‌های غذایی و انرژی مورد توجه قرار گرفته است (۹). این گیاه نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی به ویژه در آسیا ایفا می‌کند (۱۳، ۱۴). عدس در محیط‌های کشاورزی متفاوتی قابل کشت است و از این لحاظ بعد از جو مقام دوم را دارد (۱۱). در حال حاضر عمدتاً در جنوب آسیا، شمال آمریکا، استرالیا و آفریقا کشت می‌شود (۱۸، ۳۳). سطح زیر کشت عدس در جهان در سال ۲۰۱۷، ۶/۵۸ میلیون هکتار، میزان تولید آن ۷/۵۹ میلیون تن و میانگین عملکرد جهانی عدس ۱۱۵۳۱ کیلوگرم در هکتار گزارش شده

است (۱۶). طبق آخرین اخبار منتشر شده از سوی سازمان جهاد کشاورزی سطح زیر کشت این محصول در ایران در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، ۱۳۶۶۲۲ هکتار بوده است که از این مقدار ۱۳۰۶۷۳ هکتار به صورت دیم مورد کشت قرار گرفته و میزان تولید آن ۸۲۷۰۱ تن بوده است. در این سال عملکرد عدس آبی ۱۲۳۰ کیلوگرم در هکتار و عملکرد عدس دیم ۵۷۷ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است. از ۱۳۱۵۰ هکتار سطح زیر کشت عدس در استان زنجان در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، ۹۹/۵ درصد آن (۱۳۱۰۰ هکتار) به صورت دیم مورد کشت قرار گرفته که تولیدی معادل ۵۰۰۰ تن داشته است. میانگین عملکرد عدس آبی در این استان ۸۹۰ کیلوگرم در هکتار و میانگین عملکرد عدس دیم تنها ۳۸۲ کیلوگرم در هکتار بوده است (۲).

قسمت اعظم سطح زیرکشت حبوبات از جمله عدس در مناطق دیم صورت می‌گیرد و عملکرد بالقوه پایین ارقام کنونی، به‌کارگیری محدود نهاده‌های کشاورزی، اتخاذ روش‌های نامناسب تولید و وقوع تنش‌های زیستی و غیرزیستی طی فصل رشد از عوامل مهم کمبود تولید و نوسان عملکرد در این مناطق محسوب می‌شود. یکی دیگر از مهم‌ترین دلایل پایین بودن عملکرد رها کردن ژرم‌پلاسم محلی سازگار شده به مناطق مختلف است (۱۷). در حالی‌که ژرم‌پلاسم محلی و گونه‌های خویشاوند وحشی محصولات زراعی دارای صفات ارزشمندی مانند مقاومت به آفات و بیماری‌ها، جهت استفاده در برنامه‌های اصلاحی هستند (۸).

موفقیت در برنامه‌های اصلاحی تابع تنوع ژنتیکی، وراثت‌پذیری و انتخاب است. از این‌رو، ارزیابی تنوع ژنتیکی در گیاهان زراعی برای برنامه‌های اصلاح نباتات و حفاظت از ذخایر توارثی امری ضروری است. بدین منظور لازم است ژرم‌پلاسم گیاهی جمع‌آوری شود تا به‌عنوان جامعه پایه، ارزیابی شود و ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل تولید و دیگر صفات مطلوب شناسایی شده و مورد بهره‌برداری قرار گیرند (۲۲، ۲۴). ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط میان ژرم پلاسم، علاوه بر کمک به اعتبار منابع ژنتیکی، در شناسایی مواد یا ابزار احتمالی برای اهداف خاص اصلاحی، به‌ویژه در عدس زراعی و گونه‌های دیگری که پایه ژنتیکی محدودی دارند، اهمیت دارد (۱۹). تنوع ژنتیکی قابل توجهی برای عدس در صفات اگرومورفولوژیکی و فنولوژیکی گزارش شده است (۱۲، ۱۵، ۲۰، ۳۵، ۱۰) .با توجه به اینکه ایران یکی از مراکز تنوع عدس در جهان بوده و حتی پراگندگی دو گونه وحشی آن (*Lens cyanea* و *Lens orientalis*) در این کشور گزارش شده است (۱)، انتظار می‌رود تنوع زیادی در میان توده‌های بومی این گیاه یافت شود (۳۱). احمد و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی که بر روی ۱۱۰ توده بومی عدس داشتند، تنوع بالایی در صفات روز تا اولین و ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در بوته مشاهده کردند (۳). رحیمی و همکاران (۲۰۱۸) با بررسی ۱۰۰ لاین عدس در قالب طرح لاتیس بیشترین تنوع را در صفات تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف در بوته، عرض برگ و بیوماس مشاهده کردند (۲۶).

در ایران تعداد ارقام اصلاح شده عدس بسیار کم می‌باشد و بیشتر این ارقام نیز از میان ژنوتیپ‌های خارجی گزینش شده‌اند. در حالی‌که، توده‌های بومی این گیاه دارای پتانسیل اصلاحی بالایی می‌باشند، این آزمایش به منظور بررسی تنوع، ارزیابی و گزینش تک‌بوته‌های عدس بومی استان زنجان در شرایط مزارع دیم انجام شد.

مواد و روش‌ها

با توجه به متفاوت بودن اقلیم‌های آب و هوایی و کشاورزی مناطق زیر کشت عدس در استان زنجان، ابتدا پنج منطقه هدف جهت جمع‌آوری نمونه‌ها شناسایی شدند که شامل شهرستان‌های خرمدره، خدابنده، ایجرود، ماهنشان و زنجان (ارمغانخانه) بود (شکل ۱).

شکل ۱- نقشه مناطق جمع‌آوری جمعیت‌های عدس بومی از شهرستان‌های استان زنجان.

Figure 1- Map of collection regions of native lentil populations in townships of Zanjan province.

جدول ۱- اطلاعات مربوط به مناطق جمع‌آوری جمعیت‌های عدس در استان زنجان.

Table 1- Information of collection regions of lentil populations in Zanjan province.

مناطق Regions	مختصات جغرافیایی Coordinates	وضعیت آب و هوا (۱۳۹۶-۱۳۶۶) Weather condition (1987-2017)				سطح زیرکشت، تولید و عملکرد عدس در هکتار (۱۳۹۷-۱۳۹۶) Area of cultivation, production and yield of lentils (2017-2018) per hectare					
		میانگین دمای ۳۰ ساله (درجه سانتی گراد) Average temperature during the 30 years (°C)	میانگین بارش ۳۰ ساله (درجه سانتی گراد) Average rainfall during the 30 years (mm)	میانگین رطوبت نسبی ۳۰ ساله (درصد) Average RH during the 30 years (%)	میانگین ساعات آفتابی ۳۰ ساله Average sunny hours during the 30 years	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg)		تولید (تن) Production (ton)		سطح زیر کشت (هکتار) Area of cultivation (ha)	
						دیم Rainfed	آبی Irrigated	دیم Rainfed	آبی Irrigated	دیم Rainfed	آبی Irrigated
خرمدره Khoramdareh	36.2173° N, 49.1424° E	12.3	301.5	1606.8	2950.8	301.5	15	135.6	20	449.8	1333.3
خدابنده Khodabandeh	36.1203° N, 48.5938° E	11.4	392.9	1902.5	3011.3	1736	5	780.4	6	449.5	1200
ایجرود Ejroud	36.4161° N, 48.2469° E	12.5	264.9	-	-	700	0	280	0	400	0
ماهنشان Mahneshan	36.7421° N, 47.6721° E	14.7	253.4	1637.4	2886.2	506	10	202.7	22	400.6	2200
ارمغانخانه Armaghankhaneh	36.6830° N, 48.5087° E	11.2	91.2	1419.4	2927.6	6204	0	2532	0	408.2	0

در این مناطق کشاورزان از توده‌های بومی برای کاشت استفاده می‌کنند و روش کاشت مورد استفاده توسط کشاورزان کاشت سنتی با پاشیدن بذر و اعمال پنجه غازی است. در اوایل تابستان سال ۱۳۹۴ در مناطق هدف، به‌ترتیب تعداد ۳۰۱، ۳۳۵، ۲۷۶، ۱۰۳ و ۲۵ و مجموعاً ۱۰۴۰ بوته عدس از لحاظ فنوتیپ صفات مختلف مناسب برای زراعت در شرایط دیم و برداشت مکانیزه (شامل تعداد غلاف، بیوماس، ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین) به‌صورت مشاهده‌ای گزینش و بذور آن‌ها بصورت جداگانه برداشت شد. این بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد دانه شامل ارتفاع بوته (فاصله نوک شاخه در ساقه اصلی تا طوقه)، ارتفاع اولین انشعاب شاخه (فاصله اولین انشعاب شاخه فرعی تا طوقه)، ارتفاع اولین غلاف (فاصله اولین غلاف تا محل طوقه روی ساقه)، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف پر در بوته، تعداد غلاف پوک در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، وزن دانه در بوته، وزن کاه و کلش و بیوماس در بوته مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. جهت مقایسه جمعیت‌های عدس جمع‌آوری شده تجزیه واریانس به صورت طرح کاملاً تصادفی نامتعادل انجام و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد. برای این منظور شهرستان‌های مزبور به عنوان تیمار و ژنوتیپ‌های هر شهرستان به عنوان تکرار در نظر گرفته شدند. قبل از انجام تجزیه واریانس نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی بررسی و با توجه به نرمال نبودن توزیع خطاها تبدیل داده انجام شد. در مواردی که بین داده‌ها صفر وجود داشت از تبدیل لگاریتمی جهت نرمال شدن توزیع خطاهای آزمایشی استفاده شد. جهت گروه‌بندی جمعیت‌های مختلف از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده شد. سپس درصد انحراف از میانگین گروه‌ها از میانگین کل محاسبه شد. در نهایت جهت گزینش ژنوتیپ‌های برتر در هر جمعیت برای حذف اثر تغییرات محیطی بین مکان‌ها، گزینش ژنوتیپ‌ها در هر یک از جمعیت‌ها به‌طور جداگانه انجام شد. به عبارت دیگر، بوته‌های هر منطقه جداگانه مورد مقایسه قرار گرفته و بوته‌های برتر گزینش شدند. در فایل Excel داده‌ها، در هر جمعیت ابتدا صفات بر اساس اهداف اصلاحی و درجه اهمیت آن‌ها مرتب شده و سپس بر اساس دامنه داده‌های هر صفت و نیازهای اگروتکنیکی، حدنصاب مطلوب برای هر صفت تعیین شده و ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بر اساس این حدنصاب‌ها رنگ‌بندی شدند. به این صورت که در هر صفت ژنوتیپ‌های عالی با رنگ سبز پررنگ، ژنوتیپ‌های خیلی خوب با رنگ سبز، ژنوتیپ‌های خوب با رنگ سبز روشن، ژنوتیپ‌های متوسط با رنگ زرد، ژنوتیپ‌های ضعیف دارای مقادیر کمتر از حد مطلوب با رنگ نارنجی و لاین‌های بسیار ضعیف با رنگ قرمز رنگ‌آمیزی شدند. بعد از رنگ‌بندی لاین‌ها، با توجه به اهداف اصلاحی، درجه اهمیت صفات و رنگ‌های این صفات در ژنوتیپ‌ها، اقدام به گزینش ژنوتیپ‌های برتر شد. برای انجام تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار Excel، SAS و SPSS استفاده شد.

نتایج و بحث

بررسی تغییرات صفات آگرومورفولوژیک در جمعیت‌های مختلف عدس: مقادیر دامنه و ضریب تغییرات برای صفات مورد بررسی در جمعیت‌های مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین ضریب تغییرات درون جمعیت‌ها و کل جمعیت‌ها، مربوط به صفت تعداد غلاف پوک (۱۱۷/۹۸ درصد) بوده است. برای صفات ارتفاع اولین شاخه (۴۹/۱۱ درصد)، تعداد غلاف (۴۶/۶۲ درصد)، تعداد دانه

(۵۳/۸۵ درصد) و وزن دانه (۵۵/۸۲ درصد) و کاه و کلش (۴۷/۶۵ درصد) نیز تنوع بالایی مشاهده شد. از این‌رو، گزینش برای این صفات در جمعیت‌های مورد ارزیابی مؤثر به‌نظر می‌رسد. کمترین ضریب تغییرات درون جمعیت‌ها و کل جمعیت‌ها نیز مربوط به صفت ارتفاع بوته (۱۰/۷۹ درصد) بود. ارتفاع اولین غلاف (۱۸/۸۳ درصد) و وزن هزاردانه (۲۵/۹۰ درصد) نیز تغییرات کمی نشان دادند. بنابراین، احتمال موفقیت در بهبود این صفات از طریق انتخاب در لاین‌های مورد ارزیابی کمتر است. پایین بودن تنوع برای صفت وزن هزاردانه ممکن است به دلیل تمایل افراد ساکن در این مناطق برای استفاده از عدس دانه درشت باشد که منجر به گزینش بوته‌های دارای بذر درشت طی سالیان طولانی توسط کشاورزان بومی این مناطق شده است. درشتی دانه یکی از خصوصیات بارز جهت بازارپسندی در عدس است (۲۹، ۳۰). ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف کم عمده‌ترین دلیل عدم امکان تولید مکانیزه عدس در این مناطق است و متأسفانه کمترین ضریب تغییرات نیز مربوط به این صفات بود. جمعیت ایجرود بیشترین دامنه تغییرات در صفات مورد بررسی را داشت و کمترین دامنه تغییرات در صفات مورد بررسی نیز مربوط به جمعیت ارمغانخانه بود. تنوع گیاهان زراعی همبستگی مثبتی با پراکندگی جغرافیایی آن‌ها دارد. گیاهان زراعی طی سال‌ها زیستن در شرایط محیطی متفاوت حاوی ژن‌های متنوعی شده‌اند، لذا با انتخاب و استفاده صحیح از تنوع ژنتیکی می‌توان به اهداف از قبل پیش‌بینی شده رسید. تنوع ژنتیکی وسیع موجود در کلکسیون فعلی عدس، نوید دهنده امکان بهبود ژنتیکی مناسب این گیاه در آینده است (۴). مجنون حسینی و نقوی (۲۰۱۷) نیز با بررسی تنوع ژنتیکی در ۷۶۰ نمونه موجود در کلکسیون عدس طرح حبوبات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران عنوان کردند صفت بیوماس کل تنوع چشم‌گیری در بین نمونه‌ها داشت و پس از آن شاخص برداشت و وزن هزاردانه بالاترین دامنه تغییرات را نشان دادند (۲۱). آقایی و همکاران (۲۰۰۴) با مطالعه ۹۹۰ نمونه از عدس‌های بومی بانک ژن در کرج، بیشترین مقدار تنوع را برای صفات ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و زمان رسیدن و کمترین تنوع را برای صفات وجود رنگدانه بر روی نیام، رنگ گل و طول پیچک گزارش کردند (۱). رضوانی و همکاران (۲۰۱۸) نیز در بررسی ۲۵۳ ژنوتیپ عدس تنوع بالایی از لحاظ صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک، تعداد غلاف پر و تعداد غلاف پوک، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن صد دانه در ژنوتیپ‌های با بقای ۷۵ درصد و بالاتر مشاهده نمودند (۲۷).

مقایسه جمعیت‌های عدس: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در پنج جمعیت عدس در جدول ۳ نشان داده شده است. بین جمعیت‌های عدس مورد ارزیابی از لحاظ تمام صفات مورد اندازه‌گیری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ وجود داشت و بر اساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) جمعیت ایجرود از لحاظ صفات ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف، تعداد غلاف و تعداد غلاف پر در بوته، تعداد دانه، وزن دانه و بیوماس در بوته دارای بیشترین مقدار میانگین بود. با این‌حال، بیشترین وزن هزاردانه و بالاترین ارتفاع شروع انشعاب شاخه مربوط به جمعیت ارمغانخانه بود که این جمعیت از لحاظ وزن هزاردانه با جمعیت ماه‌نشان اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد غلاف بدون بذر مربوط به جمعیت خرمدره بود، اما اختلاف این جمعیت از لحاظ این صفت با جمعیت‌های ایجرود و ماه‌نشان معنی‌دار نبود. وزن کاه و کلش نیز در جمعیت ماه نشان بیشتر از سایر مناطق بود.

جدول ۲- دامنه تغییرات و ضریب تغییرات صفات اگرومورفولوژیک در جمعیت‌های عدس جمع‌آوری شده از پنج منطقه استان زنجان.

Table 2- Range and coefficient of variation for agro-morphological traits in lentil populations collected from five regions of Zanjan province.

صفات Traits	دامنه تغییرات Range						ضریب تغییرات CV (%)						
مناطق Regions	خرمدره Khoramdareh	خدابنده Khodabandeh	ایجرود Ejroud	ماهنشان Mahneshan	ارمغانخانه Armaghankhaneh	تمام جمعیت‌ها Total papulations	خرمدره Khoramdareh	خدابنده Khodabandeh	ایجرود Ejroud	ماهنشان Mahneshan	ارمغانخانه Armaghankhaneh	تمام جمعیت‌ها Total papulations	میانگین ضریب تغییرات جمعیت‌ها Mean of papulations CV
ارتفاع بوته Plant height (cm)	15-28	14.5-27	15-28	16-28	17-22	28-14.5	10.49	9.96	10.19	11.10	6.92	10.79	9.73±0.72**
ارتفاع اولین انشعاب شاخه جانبی Height of first branch (cm)	0.5-6	0.2-3.7	0.2-10	0.3-11	1.6-7.5	0.2-11	38.25	43.24	46.60	52.08	44.76	49.11	44.98±2.25**
ارتفاع اولین غلاف Height of first pod (cm)	4-13.5	4-14	2.1-14.5	4-15	6-13.5	2.1-15	16.93	18.24	19.98	21.51	18.51	18.83	19.03±0.78**
تعداد غلاف Number of pods	16-143	15.120	16-158	5-107	10-42	5-158	49.03	38.74	44.32	45.23	35.47	46.62	42.55±2.42**
تعداد غلاف پر Number of full pods	11-142	8-113	14-126	2-106	7-32	2-142	52.53	40.84	47.06	47.13	34.64	49.76	44.44±3.07**
تعداد غلاف پوک Number of hollow pods	0-22	0-39	0-43	0-14	0-11	0-43	116.47	110.55	115.55	93.34	67.83	117.98	100.75±9.22**
تعداد دانه Number of seeds	1-156	10-124	7-151	3-100	8-42	1-156	58.91	42.86	51.97	53.42	41.97	53.85	49.83±3.24**
وزن هزاردانه 1000 grain weight (gr)	25.9-73.7	17.3-81.1	9.3-127.4	34.4-77.1	47-74.4	9.3-127.4	18.92	24.16	35.15	15.55	14.18	25.90	21.59±3.80**
وزن دانه Seed weight (gr)	0.06-6.49	0.28-6.15	0.30-9.53	0.21-5.31	0.52-1.97	0.06-9.53	53.16	47.61	56.38	50.57	32.14	55.82	47.97±4.21**
وزن کاه و کلش Strow weight (gr)	0.19-9.04	0.71-8.19	0.34-9.96	0.76-8.60	0.99-2.33	0.19-0.96	51.80	38.74	44.62	44.18	23.79	47.65	40.63±4.69**
بیوماس Biomas (gr)	1-14.7	1.8-12	2-16.9	0.9-11.7	1.6-4.1	0.9-16.9	48.89	35.36	44.99	40.72	25.54	45.76	39.10±4.06**

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد عدس در جمعیت‌های مختلف.

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for yield and yield components of lentil affected as different papulations.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares								
		ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع اولین انشعاب شاخه جانبی Height of the first branch	ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک Height of first pod from soil surface	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد غلاف پر در بوته Number of full pods per plant	تعداد غلاف پوک در بوته Number of hollow pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	وزن هزار دانه 1000-seed weight	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	وزن کاه و کلش در بوته Straw weight per plant	بیوماس در بوته Biomass per plant
جمعیت Population	4	0.055**	1.091**	0.031**	1.141**	1.315**	2.852**	1.492**	0.787**	0.182**	1.052**	1.075**
خطا Error	1035	0.002	0.023	0.007	0.035	0.041	0.205	0.056	0.035	0.017	0.041	0.034
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	3.38	39.15	8.89	11.51	12.95	95.52	14.85	45.40	7.69	45.65	26.63

ns، ** و *: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

ns, ** and *: not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات زراعی و مورفولوژیکی در جمعیت‌های عدس.

Table 4- Mean Comparisons for agro-morphological traits of lentil populations.

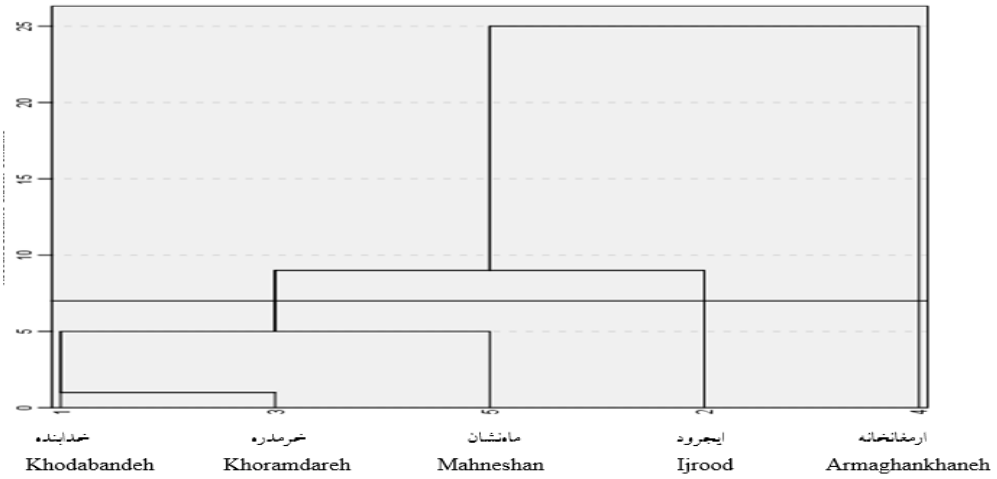
Regions مناطق	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	ارتفاع اولین انشعاب شاخه جانبی (سانتی‌متر) Height of the first branch (cm)	ارتفاع اولین غلاف از سطح خاک (سانتی‌متر) Height of first pod from soil surface (cm)	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد غلاف پر در بوته Number of full pods per plant	تعداد غلاف پوک در بوته Number of hollow pods per plant	تعداد دانه در بوته Number of seeds per plant	وزن هزاردانه (گرم) 1000-seed weight (g)	وزن دانه در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	وزن کاه و کلش در بوته (گرم) Straw weight per plant (g)	زیست توده در بوته (گرم) Biomass per plant (g)
خرمدره Khoramdareh	20.75±0.12	2.33±0.05	9.42±0.09	45.95±1.29	43.11±1.30	2.84±0.19	44.29±1.50	51.46±0.56	2.18±0.06	2.99±0.08	5.18±0.14
خدابنده Khodabandeh	20.57±0.11	1.67±0.03	9.25±0.09	44.52±0.94	39.04±0.87	5.48±0.33	44.86±1.05	49.75±0.65	2.23±0.05	2.79±0.05	5.03±0.09
ایجرود Ejroud	22.15±0.13	2.10±0.05	9.62±0.11	56.23±1.50	50.99±1.44	5.24±0.36	53.25±1.66	52.60±1.11	2.94±0.10	3.60±0.09	6.55±0.17
ماه‌نشان Mahneshan	21.68±0.23	2.78±0.14	8.82±0.18	42.17±1.87	38.66±1.79	3.51±0.32	36.18±1.90	58.87±0.90	2.08±0.10	3.73±0.16	5.82±0.23
ارمغانخانه Armaghankhaneh	19.46±0.26	3.63±0.32	9.56±0.35	22.16±1.57	18.08±1.25	4.08±0.55	18.68±1.56	61.22±1.73	1.10±0.52	1.54±0.07	2.64±0.13
MS_{error}	4.70	0.92	3.06	445.65	417.48	26.03	558.65	175.01	1.60	2.03	5.75
t 5%	1.962										
t 1%	2.580										

اما فقط با وزن کاه و کلش جمعیت خدابنده اختلاف معنی‌داری داشت. جمعیت ایجرود با سایر جمعیت‌ها از لحاظ صفات تعداد غلاف، تعداد غلاف پر، تعداد دانه، وزن دانه و بیوماس بوته در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌دار داشت اما این جمعیت از لحاظ صفت ارتفاع با جمعیت ارمغانخانه و از لحاظ ارتفاع اولین غلاف با جمعیت‌های خرمدره و ماه‌نشان اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

معمولاً توده‌های بومی و گونه‌های وحشی به نواحی جغرافیایی و اکولوژیکی که در آنجا یافت می‌شوند سازگار شده‌اند. این مواد گیاهی از طریق انتخاب توسط انسان یا طبیعت و با استفاده از لینکاژ ژنی دارای ترکیبات ژنی محافظت شده هستند که با استفاده از مطالعات تنوع جغرافیایی می‌توان این ترکیبات ژنی را شناسایی کرد. چنین مطالعاتی گامی دیگر در کارایی محافظت ژنتیکی محسوب شده و به تعیین الگوهای متفاوت تنوع ژنتیکی در صفات مورفولوژیکی و صفات سازگاری کمک می‌کنند. تعیین این الگوها در تنوع فنوتیپی یک راه حل مؤثر در طبقه‌بندی تنوع موجود در ژرم‌پلاسم‌های جمع‌آوری شده است. از نتایج این تحقیقات می‌توان در طرح‌های جمع‌آوری ژرم‌پلاسم، تشکیل هسته‌های گزینشی و تعیین والدین در برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد (۵).

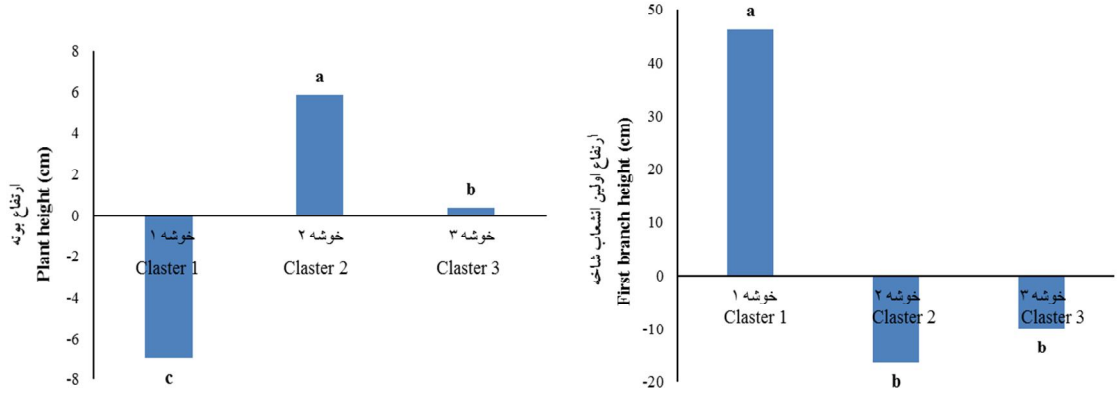
گروه‌بندی جمعیت‌های عدس مورد ارزیابی: تجزیه خوشه‌ای به روش وارد با استفاده از فاصله اقلیدسی جمعیت‌های عدس مورد ارزیابی را در سه خوشه قرار داد (شکل ۳). اختلاف بین سه خوشه حاصل از لحاظ تمام صفات به جز صفات ارتفاع اولین غلاف و تعداد غلاف بدون بذر در بوته در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود (اختلاف خوشه‌ها از لحاظ این دو صفت در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار بود). قرار گرفتن جمعیت‌ها در گروه‌های متفاوت نشان‌دهنده وجود تنوع است که می‌توان از این تنوع برای برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد. درصد انحراف میانگین خوشه‌ها از میانگین کل نیز محاسبه شد (شکل ۴). این انحرافات می‌تواند نشان‌دهنده وجود تنوع بین مناطق جمع‌آوری بوته‌ها باشد. جمعیت ارمغانخانه به تنهایی در یک خوشه قرار گرفت. این جمعیت از نظر صفات وزن هزاردانه، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین و ارتفاع اولین انشعاب شاخه بالاتر از میانگین کل و از نظر سایر صفات پایین‌تر از میانگین کل بودند. جمعیت ایجرود نیز به تنهایی در خوشه دوم قرار گرفت. این گروه به جز صفات وزن هزاردانه و ارتفاع اولین انشعاب شاخه، از لحاظ سایر صفات بالاتر از میانگین کل بود. به‌گونه‌ای که، بیشترین میانگین برای صفات عملکردی شامل عملکرد دانه و کاه و کلش، تعداد غلاف پر و کل، تعداد دانه و صفات مورفولوژیک مهم در برداشت مکانیزه شامل ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین را نشان داد. جمعیت‌های سایر مناطق (ماه‌نشان، خدابنده و خرمدره) در گروه سوم قرار گرفتند. این گروه از لحاظ صفات تعداد غلاف، تعداد دانه، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، تعداد غلاف پر و وزن کاه و کلش بالاتر از میانگین کل و از لحاظ صفات وزن هزاردانه، ارتفاع اولین غلاف از زمین، ارتفاع اولین انشعاب شاخه و تعداد غلاف بدون بذر پایین‌تر از میانگین کل بود. از آنجا که بوته‌های موجود در هر یک از گروه‌ها دارای قرابت بیشتری نسبت به بوته‌های موجود در گروه‌های متفاوت‌اند، در صورت نیاز به دورگ‌گیری می‌توان با توجه به ارزش میانگین صفات برای هر گروه، برای بهره‌وری بیشتر از پدیده‌هایی همچون هتروزیس و تفکیک متجاوز از تلاقی‌های بین گروهی استفاده کرد (۲۸). آقایی و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی ۹۹۰ نمونه

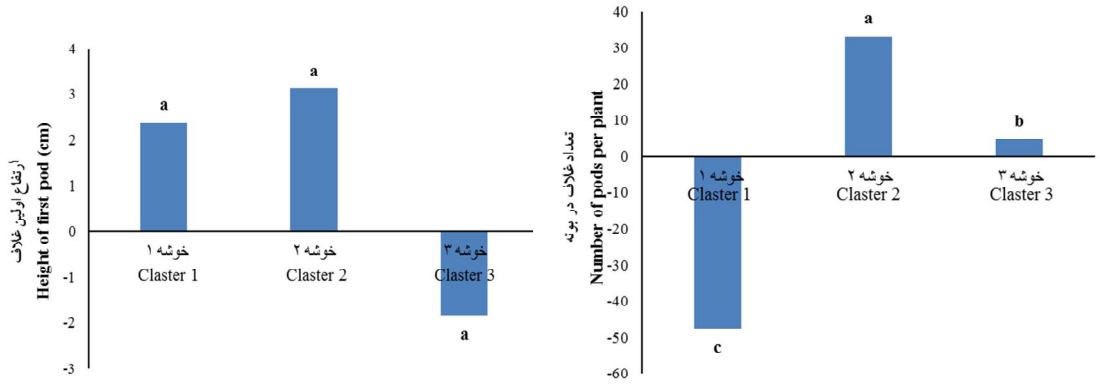
از عدس های بومی بانک ژن در کرج عنوان کردند تجزیه خوشه‌ای نمونه‌ها بر اساس محل جمع‌آوری، آن‌ها را به چهار گروه تقسیم کرد که بیشتر نمونه‌های جمع‌آوری شده از نواحی سردتر در یک گروه و نمونه‌های جمع‌آوری شده از نواحی گرمتر در گروه دیگر قرار گرفتند (۱)، اما پندی و باتور (۲۰۱۸) با بررسی ۱۳۶ لاین بومی عدس و گروه‌بندی آن‌ها در پنج خوشه با استفاده از تجزیه کلاستر به این نتیجه رسیدند که تنوع جغرافیایی و تنوع ژنتیکی در نمونه‌های مورد بررسی ارتباطی با هم نداشته است (۲۵). در یک تحقیق تعداد ۱۵۳ توده عدس مناطق گرم و خشک بانک ژن گیاهی ملی ایران جهت مطالعه تنوع ژنتیکی برخی از صفات زراعی بررسی شدند. با توجه به نتایج تجزیه خوشه‌ای، توده‌ها در شش گروه قرار گرفتند (۲۳).



شکل ۲- دندروگرام جمعیت‌های عدس با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد.

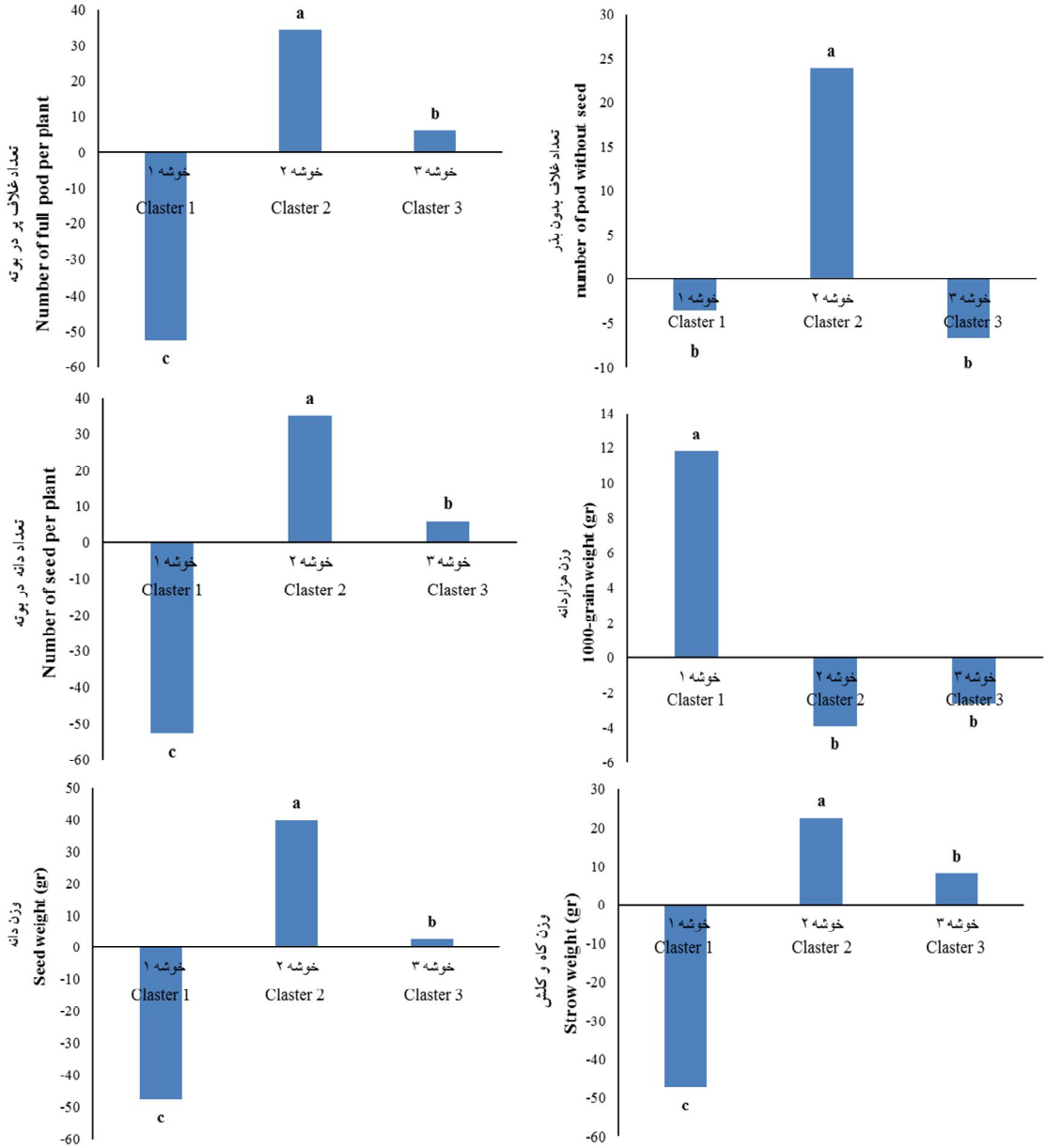
Figure 2- The dendrogram of lentil populations using cluster analysis by Ward method.

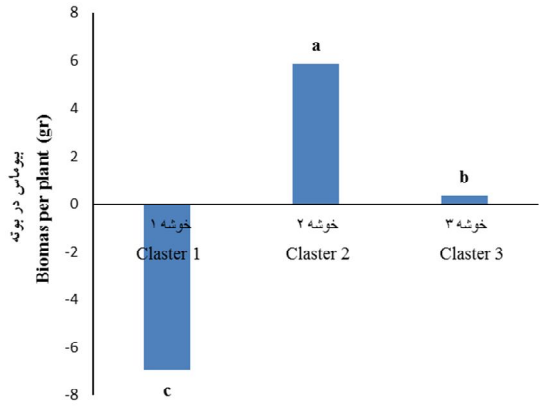




شکل ۳- درصد انحراف خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای از میانگین کل برای صفات اگرومورفولوژیک عدس.

Figure 3- Deviation percentage clusters derived cluster analysis from total means for agro-morphological traits of lentil.





ادامه شکل ۳- درصد انحراف خوشه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای از میانگین کل برای صفات اگرومورفولوژیک عدس.

Continued Figure 3- Deviation percentage clusters derived cluster analysis from total means for agro-morphological traits of lentil.

گزینش بوته‌های برتر بر اساس صفات مورد بررسی

از آنجا که عدس گیاهی خودگشن است و درصد خودگشنی در این گیاه بالا است (دگرگرده‌افشانی در این گیاه که توسط حشرات کوچک انجام می‌شود، کمتر از ۰/۸٪ تخمین زده شده است. زیرا این گیاه کلیستوگام بوده و گرده‌افشانی در آن قبل از باز شدن گل‌ها صورت می‌گیرد (۳۴)، لذا بوته‌ها لاین خالص یا اینبرد می‌باشند. به عبارت دیگر در جمعیت‌های عدس بوته‌ها هموزیگوس هستند، اما جمعیت می‌تواند هتروژنس بوده و دارای تنوع باشد. از جمعیت‌های هتروژنسی که دارای تنوع بودند بوته‌های برتر که هر بوته یک لاین خالص بود، انتخاب شدند. بنابراین، روش اصلاحی مورد استفاده گزینش لاین‌های خالص بود. در کل، تعداد ۴۹۲ بوته از بین ۱۰۴۰ بوته جمع‌آوری شده انتخاب شدند که بذور آن‌ها به‌عنوان لاین‌های خالص در سال‌های زراعی آتی همراه با ارقام اصلاح شده شاهد به روش بوته در ردیف مورد ارزیابی دقیق‌تر و گزینش قرار خواهند گرفت.

نتیجه‌گیری کلی

در بین و درون جمعیت‌های عدس جمع‌آوری شده از لحاظ صفات اگرومورفولوژیک مورد بررسی تنوع مناسبی وجود داشت. تجزیه خوشه‌ای این جمعیت‌ها را در سه گروه دسته‌بندی کرد. از آنجا که اختلاف بوته‌ها در مناطق مختلف از لحاظ صفات مورد بررسی می‌تواند به دلیل تفاوت ژنتیکی بوته‌ها و همچنین، تأثیر اقلیم و محیط متفاوت رشد آن‌ها باشد، از این‌رو، برای انتخاب ژنوتیپ‌های برتر ارزیابی و گزینش در درون منطقه‌ها به‌طور جداگانه انجام شد. در بین و درون جمعیت های عدس از لحاظ صفات اگرومورفولوژیک مورد بررسی تنوع مناسبی وجود داشت. از آنجا که عدس گیاهی خودگشن و کلیستوگام است و درصد خودگشنی در آن بسیار بالاست (۹۹٪) بنابراین، جمعیت‌های عدس هموزیگوس هتروژنس هستند. لذا بذر ژنوتیپ‌های انتخاب شده لاین خالص می‌باشد و روش گزینشی این مطالعه گزینش لاین‌های خالص بود. لاین‌های خالص حاصل از ژنوتیپ های گزینش شده را می‌توان در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار داد.

منابع

1. Aghaei, M., Shahab, J., Zeynali, M., and Talei, H.A. 2004. Genetic diversity of population of lentil and its relation to geographical distribution. J Agro Sci. 6: 4. 402-414. (In Persian)
2. Agricultural Statistics Booklet. 2014. Volume I: Crop production. Ministry of Jihad-e-Keshavarzi. Office of Statistics and Information Technology. Available at: http://amar.maj.ir/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=117564e0-507c-4565-9659-fbabfb4acb9b. pp. (In Persian)
3. Ahamed, K.U., Akhter, B., Islam, M.R., Humaun, M.R., and Alam, M.J. 2014. Morphological characterization and genetic diversity in lentil (*Lens culinaris* medikus ssp. Culinaris) germplasm. IJARIT Research. 4: 1. 70-76.
4. Alabboud, I., Szilagyi, L., and Roman, G.V. 2009. Assessment of genetic diversity in lentil (*Lens culinaris* Medik) as revealed by RAPD markers. Scientific Papers, USAMV Bucharest. 2: 1. 439- 444.
5. Almudena, L., Magdalena, R., Lucía, R., and Isaura, M. 2001. Relationships between agro/morphological characters and climatic parameters in Spanish landraces of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Genet Resour. Crop Ev. 48: 3. 239-249.
6. Bamdad, F., Dokhani, S., and Keramat, J. 2009. Functional assessment and subunit constitution of lentil (*Lens culinaris*) proteins during germination. Int. J Agric. Biol. 11: 6. 690-694.
7. Boyle, J. L., Aksay, S., Roufik, S., Ribereau, S., Mondor, M., Mondor, M., Farnworth, E., and Rajamohamed, S. H. 2010. Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultra filtration and isoelectric precipitation techniques. Food Res Int. 43: 2. 537-546.
8. Castaneda-Alvarez, N.P., Khoury, C.K., Achicanoy, H.A., Bernau, V., Dempewolf, H., Eastwood, R.J., Gurarino, L., Harker, R.H., Javis, A., Maxted, N., Mueller, J.V., Ramirez-Villegas, J., Sosa, C.C., Struik, P.C., Vincent, H., and Toll, J. 2016. Global conservation priorities for crop wild relatives. Nat Plants. 2: 16022.
9. Chibbar, R. N., Ambigaipalan, P., and Hoover, R. 2010. Molecular diversity in pulse seed starch and complex carbohydrates and its role in human nutrition and health. Cereal Chem. 87: 4. 342-352.
10. Cristobal, M.D, Pando, V., and Herrero, B. 2014. Morphological characterization of lentil (*Lens culinaris* Medik.) landraces from Castilla Y Leon, Spain. Pak. J. Bot. 46: 1373-1380.
11. Cubero, J. I., Perez de la Vega, M., and Fratini, R. 2009. Origin, phylogeny, domestication and spread. In: Erskine W, Muehlbauer F J, Sarker A and Sharma B (Ed.). The lentil: botany, production and use. CAB international, Wallingford, UK, pp. 13-33.
12. Erskine, W. and Choudhary, M.A. 1986. Variation between and within lentil landraces from Yemen republic. Euphytica. 35: 3. 695-700.
13. Erskine, W., Sarker, A., and Kumar, S. 2011. Crops that feed the world 3. Investing in lentil improvement toward a food secure world. Food Secur. 3: 2. 127-139.
14. Erskine, W., Sarker, A., and Kumar, S. 2016. Lentil Breeding. In book: Reference Module in Food Sci. 1-6.
15. Eskine, W., Adham, Y., and Holly, L. 1989. Geographic distribution of variation in quantitative traits in a world lentil collection. Euphytica. 43: 1. 97-103.
16. FAO. 2017. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome: Available online at: http://faostat.fao.org.
17. Gaad, D., Laouar, M., and Abdelguerfi, A. 2018. Collection and agro morphological characterization of Algerian accessions of lentil (*Lens culinaris*). Biodiversity. 19: 1. 183-193.
18. ICARDA. 2002. ICARDA Annual Report 2001. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Aleppo. Syria.

19. Khazaei, H., Caron, C.T., Fedoruk, M., Diapari, M., Vandenberg, A., Coyne, C.J., McGee, R., and Bett, K.E. 2016. Genetic Diversity of Cultivated Lentil (*Lens culinaris* Medik.) and Its Relation to the World's Agro-ecological Zones. Front Plant Sci. 7: 1093.
20. Lazaro, A., Ruiz, M., De la Rosa, L., and Martin, I. 2001. Relationships between agro/morphological characters and climatic parameters in Spanish landraces of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Genet Resour Crop Ev. 48: 3. 239-249.
21. Majnoon Hosseini, N., and Naghavi, M.R. 2017. Genetic variation for seed yield and biomass in some lentil genotypes (*Lens culinaris*). Iran J Field Crop Sci. 48: 3. 665-671. (In Persian).
22. Mishra, S.K., Sharma, B., and Sharma, S.K. 2007. Genetics and cytogenetics of Lentil. In: Lentil: an ancient crop for modern times (Eds.), Yadav, S. S. David McNeil and Stevenson, Philip C. The Springer. Pp, 187-208.
23. Naroui Rad, M.R., Aghaei, M., Fanaei, H.R., and Ghasemi, M. 2008. The study of genetic variation of some morphologic and phenologic characters in lentil germplasms of warm and dry regions. J Res Dev. 78: 173-181. (In Persian).
24. Nouri Gougharai, M., Dashti, H., Madah Hosseini, S., and Dehghan, A. 2015. Evaluation of genetic diversity in the lentil germplasm using morphological traits in Bardsir. Iran J Crop Sci. 45: 4. 551-541. (In Persian)
25. Pandey, S., and Bhatore, A. 2018. Genetic diversity analysis for quantitative traits in indigenous germplasm of lentil in Madhya Pradesh. J Pharmacog. Phytochem. 7: 1. 279-283.
26. Rahimi, M.H., Houshmand, S., Khadambashi, M., and Ghasemi Siani, N. 2018. Study of genetic diversity and relationships between agronomic traits in lentil. Iran J Pulses Res. 9: 2. 100-113. (In Persian)
27. Rezvani, N., Nezami, A., and Kafi, M. 2018. Evaluation of lentil (*Lens culinaris*) genotypes for autumn sowing in cold temperate regions under field conditions. J Crop Produc. 4: 11. 142-147.
28. Roy, S., Islam, M.A., Sarker, A., Malek, M.A., Rafii, M.Y., and Ismail, M.R. 2013. Determination of genetic diversity in lentil germplasm based on quantitative traits. Aust. J Crop Sci. 7: 1. 14-21.
29. Sabaghpour, S.H., 2006. Parameters and mechanisms of drought tolerance in crops. National Committee of Agricultural Aridity and Drought Management, Pp, 154. (In Persian)
30. Sabaghpour, S.H., Safikhani, M., Sarker, A., Ghaffari A., and Ketata, H. 2004. Present status and future propects of lentil cultivation in Iran. P, 146, Proceeding of 5th European Conference on Grain Legumes, 7-11 June, Dijon, France.
31. Saman, S.M., Mozafari, J., Vaezi, S., Abbasi-Mogahddam, A., and Mostafaei, H. 2012. Genetic diversity of pod and seed characteristics in lentil genotypes of Iran. Iran J Crop Sci. 14: 54. 171-182. (In Persian)
32. Vanda, M. 2014. Determination of Gene Locations Controlling Grain Yield and its Components in Lentils (*Lens culinaris* Medik). PhD Thesis. agricultural faculty. plant breeding group. Shahrekord University. (In Persian)
33. Verma, P., Sharma, T.R., Srivastava, P.S., Abdin, M.Z., and Bhatia, S. 2014. Exploring genetic variability within lentil (*Lens culinaris* Medik.) and across related legumes using a newly developed set of microsatellite markers. Mol. Biol. Rep. 41: 9. 5607-5625.
34. Wilson, V.E., and Law, A.G. 1972. Natural crossing in lens esculenta Moench. J Am Soc Hortic Sci. 97: 142-143.
35. Zaccardelli, M., Lupo, F., Piergiovanni, A.R., Laghetti, G., Sonnante, G., and Daminati, M.G. 2012. Characterization of Italian lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasm by agronomic traits, biochemical and molecular markers. Genet. Resour. Crop Evol. 59: 727-738.
36.