دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی تنوع ژنوتیپ‌های عدس برای صفات زراعی با استفاده از آنالیزهای چند متغیره

پیام پزشکپور[1] و سهیلا افکار[2]

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران
۲- استادیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (نویسنده مسوول: Soheila.afkar@gmail.com)
تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۱۶
صفحه: ۱۴۲ تا ۱۵۱

چکیده

عدس به‌خاطر توانایی‌اش در تثبیت نیتروژن، نگهداری رطوبت خاک و محدود کردن فرسایش خاک می‌تواند به افزایش حاصلخیزی خاک کمک کند. به‌منظور مقایسه و طبقه‌بندی ۱۴ ژنوتیپ عدس، آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار با بررسی ۲۱ صفت، در طول سال زراعی ۹۱-۹۰ انجام شد. تجزیه واریانس تنوع قابل توجهی در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد و تفاوت معنی‌داری برای عملکرد بذر، عملکرد بیولوژیکی، وزن صددانه، تعداد غلاف دوبذر و بهره‌وری از بارش بدست آمد. همچنین مقایسه میانگین نشان داد که ژنوتیپG10 بهترین ژنوتیپ برای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، تعداد غلاف دو بذر و بهره‌وری از بارش بوده، بنابراین برای کشت توسط کشاورز قابل توصیه است. در نتیجه تجزیه مولفه‌های اصلی، ۵ مولفه اول ۸۳٪ تغییرات را بیان می‌کنند که مولفه اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب ۴۱٪، ۱۴٪، ۱۲٪، ۸٪ و ۶٪ کل تغییرات را توجیه کردند. تجزیه کلاستر بر اساس صفات مطالعه شده با استفاده از فاصله اقلیدسی و روش وارد، ژنوتیپ‌ها را در سه گروه قرار داد و بیشترین فاصله بین گروه ۱ و ۳ بود. بنابراین ژنوتیپ‌هایی از گروه‌هایی که از نظر ژنتیکی از هم دور هستند می‌توانند به‌عنوان والدین در برنامه دورگ‌گیری برای بدست آوردن ژنوتیپ‌های مطلوب استفاده شوند. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تنوع ژنتیکی قابل‌توجهی بین ژنوتیپ‌های عدس مورد مطالعه وجود دارد که می‌تواند برای غربال کردن ژنوتیپ‌ها و والدین مناسب جهت برنامه‌های اصلاحی عدس بکار برده شوند.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، گروه‌بندی، مولفه‌های اصلی، صفات زراعی، عدس

مقدمه

در ایران و بسیاری از کشورهای جهان افراد زیادی جهت تامین پروتئین مورد نیاز خود از حبوبات استفاده می‌کنند (۱) و حبوبات پس از غلات، دومین سطح زیر کشت در کشور ایران را به خود اختصاص داده‌اند (۱۴). عدس (*Lens culinaris*) متعلق به تیره حبوبات، خودگشن، یکساله و دیپلوئید (۲n=2x=۱۴) و دارای ژنومی به بزرگی ۴۰۶۳ Mbp بوده که بصورت بوته‌ای رشد می‌کند (۲۰،۱). این گیاه روزبلند و سرمادوست بوده که در ارتفاع ۳۵۰۰-۰ از سطح دریا قابل کشت است (۲۵). عدس از طریق تثبیت نیتروژن، حفظ رطوبت خاک و محدود کردن فرسایش باعث بهبود حاصلخیزی خاک می‌شود (۱۷). عدس با مقدار ۳۱/۷-۲۷/۵ درصد پروتئین منبع غنی از پروتئین می‌باشد (۲۴). بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) سال ۲۰۱۴، در بین ۵۱ کشور تولیدکننده عدس، کشور کرواسی بالاترین میزان عملکرد را داشته و ایران در رتبه ۴۲ قرار گرفت (۱۷). با توجه به توسعه کشت و تولید حبوبات و اهمیت بررسی‌های ژنتیکی در اصلاح گیاهان، شناسایی پتانسیل ژنتیکی این گیاهان دارای اهمیت بسیار زیادی است (۱۵). از آنجاییکه ایران یکی از مراکز تنوع عدس در جهان بوده، پیش بینی می‌شود که تنوع زیادی در بین توده‌های بومی این گیاه یافت شود (۱۹). بیشتر بودن تنوع، احتمال یافتن ژن‌ها یا ترکیبات ژنتیکی مورد نظر اصلاحگر را بالا برده و با افزایش تنوع ژنتیکی در یک جامعه محدوده انتخاب در گزینش طبیعی و مصنوعی وسیعتر می‌شود (۱۵). مهم‌ترین معیار برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر ارزیابی ویژگی‌های مورفولوژیکی و بررسی اجزاء عملکرد می‌باشد (۲۳،۷). صفات تعداد بوته در واحد سطح، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه از اجزاء اصلی عملکرد عدس محسوب می‌شوند (۷). داشتن اطلاعات در مورد تنوع ژنتیکی و روابط بین ژنوتیپ‌ها برای درک تغییرپذیری ژنتیکی قابل دسترس و پتانسیل استفاده از آن در برنامه‌های اصلاحی مهم است (۵). با توجه به مطالعات گذشته که بر روی عدس انجام گرفته، مشخص شد که بهبود پتانسیل تولید عملکرد در واحد سطح می‌تواند یکی از معیارهای مهم در افزایش تولید این گیاه باشد (۲۳). جهت افزایش امنیت غذایی بشریت مهم‌ترین روش مطرح شده، افزایش عملکرد در واحد سطح است که عمدتا از طریق اصلاح و ایجاد ارقام پر محصول، بهبود خصوصیات و افزایش پتانسیل‌های کمی و کیفی امکان‌پذیر می‌باشد. همچنین تنوع ژنتیکی اساس و پایه کار بهبود عملکرد است (۴). تجزیه مولفه‌های اصلی کمک می‌کند به شناسایی اصلاح صفات گیاهی که بیشترین مشارکت در تغییرات مشاهده شده درون گروه ژنوتیپ‌ها دارند. تنها مولفه‌های اصلی با مقدار ویژه بیشتر از یک برای تعیین تغییرپذیری مورفولوژیکی-زراعی در ژنوتیپ‌ها مورد توجه قرار می‌گیرند که پیشنهاد می‌شود تمایز ژنوتیپ‌ها به خاطر سهم نسبتا بالای تعداد کمی صفت نسبت به سهم ناچیز هر صفت است (۲). در بررسی تنوع ژنتیکی۳۵۲ اکسشن عدس از ۵۷ کشور مختلف توسط تجزیه به‌مولفه‌های اصلی و تجزیه کلاستر با روش UPGMA، ارقام زراعی عدس در ۳ گروه مختلف قرار گرفتند که این گروه‌بندی منعکس‌کننده منشاء جغرافیایی آنهاست (۱۰). در مطالعه دیگر، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه عدس از لحاظ صفات درصد مقاومت

به سرما، عملکرد دانه و دوره رسیدگی به ۴ گروه طبقه‌بندی شدند که ژنوتیپ‌های مقاوم و متحمل با هم در یک گروه قرار گرفتند (۲۲). بین۱۳ توده جمع‌آوری شده از آذربایجان شرق و اردبیل و دو لاین اصلاح شده از نظر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد غلاف دوبذری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. تجزیه به مولفه‌های اصلی بر اساس صفات مورد ارزیابی نشان داد که حدود ۸۵٪ از تغییرات توسط ۴ مولفه اصلی اول توجیه می‌شود و سه گروه با گروه‌بندی توده‌های مورد مطالعه حاصل شد (۹). در بررسی ۱۱ رقم و لاین امیدبخش و یک ژنوتیپ از توده محلی اردبیل مشخص شد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر تمام صفات ارزیابی شده تنوع نشان می‌دهند (۱). هدف از این مطالعه ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات مهم مورفولوژیکی و نحوه استفاده از آن در برنامه به‌نژادی گیاه عدس در ۱۴ ژنوتیپ مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقاتی سراب چنگائی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان به اجرا درآمد. ایستگاه مذکور در موقعیت جغرافیایی به طول ۴۷ درجه جغرافیایی و ۴۰ دقیقه شرقی و عرض ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا واقع گردیده است. میزان بارندگی بلند مدت ایستگاه مذکور ۵۲۰ میلی‌متر و میزان بارندگی در سال زراعی مذکور ۳۶۴/۲ میلی‌متر، متوسط دما ۱۳/۶۶ درجه سانتی‌گراد و حداقل دمای ۵- درجه سانتی‌گراد می‌باشد توزیع بارندگی سالیانه نشان می‌دهد که ۲۲/۲۶ درصد بارش‌ها در پاییز، ۵۰/۰۲ درصد در زمستان و ۲۷/۷ درصد در بهار به وقوع پیوسته است. پرباران‌ترین ماه سال، اسفندماه بوده و متوسط رطوبت نسبی سالیانه ۳۵/۶ درصد و دارای اقلیم معتدل می‌باشد. در این تحقیق ۱۲ ژنوتیپ عدس (جدول ۱) متعلق به مرکز تحقیقات بین‌المللی در مناطق خشک (ایکاردا) به همراه ارقام شاهد کیمیا و گچساران که از آزمایش‌های پیشرفته مقایسه عملکرد مناطق دیم نیمه‌گرمسیری گزینش شده بودند، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شرایط دیم به صورت کاشت پاییزه (۲۵ آبان ماه ۱۳۹۰) مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۱- لیست ژنوتیپ‌های عدس مورد مطالعه

Table 1. List of studied Lentil genotypes

نام ژنوتیپ	شماره ژنوتیپ
FLIP2007-133L	G1
FLIp2009-36L	G2
FLIp2009-40L	G3
FLIp2009-51L	G4
FLIp2009-52L	G5
ILL1721	G6
FLIP93-36L	G7
FLIp2008-11L	G8
FLIp2009-70L	G9
FLIp2006-56L	G10
FLIp90-52L	G11
Bilsen365	G12
Kimia	G13
Gachsaran	G14

هر لاین در ۴ خط ۴ متری با فاصله بین خطوط ۲۵ سانتی‌متر و با تراکم ۲۰۰ دانه در مترمربع و فاصله روی خطوط ۲ سانتی‌متر کاشته شد. مقدار کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک و به میزان ۵۰ کیلوگرم فسفات‌آمونیوم و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره قبل از کاشت مصرف گردید. برای کنترل علف‌های هرز در طول دوره رشد، وجین دستی در دو مرحله صورت گرفت. از هر کرت ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات مورد نظر که شامل ارتفاع بوته، تعداد بوته، تعداد شاخه اولیه، تعداد شاخه ثانویه، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد کل غلاف در مترمربع، تعداد غلاف تک‌بذری، تعداد غلاف دوبذری، تعداد غلاف پوک، وزن صددانه، وزن (دانه+پوسته) در مترمربع، وزن پوسته در مترمربع، تعداد غلاف بارور در مترمربع، وزن (برگ+ساقه) در مترمربع، بهره‌وری از بارش، درجه باردهی و وزن غلاف با دانه یادداشت‌برداری گردید. عملیات برداشت بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی در ۱۵ خرداد ماه سال ۹۱ در مساحت ۱/۵ مترمربع برای هر کرت انجام گرفت و بعد از چند روز در جلوی آفتاب و در هوای آزاد کاملا" خشک شدند. با توزین بوته‌ها عملکرد زیست توده و بعد از جدا کردن کاه و کلش از دانه، عملکرد دانه بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. از نسبت وزن دانه به

عملکرد زیست‌توده بر حسب درصد شاخص برداشت دانه و از نسبت وزن غلاف با دانه به عملکرد زیست توده شاخص برداشت غلاف محاسبه گردید و آنالیزهای آماری شامل تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، تجزیه کلاستر و تجزیه مولفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزارهای Minitab 16، SPSS 16 انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از لحاظ صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، وزن صددانه، تعداد غلاف دوبذر و بهره‌وری از بارش اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۲) که نشان‌دهنده تنوع ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر این صفات و امکان گزینش ژنوتیپ‌های مطلوب بر اساس این صفات می‌باشد، بدین معنا که این تنوع می‌تواند پایه کارهای اصلاحی قرار گیرد. در بررسی ژنوتیپ‌های عدس توسط محققین دیگر نیز اختلاف بسیار معنی‌داری برای صفات عملکرد بیولوژیک (۴،۷،۱۸)، عملکرد دانه (۵،۲۳،۷،۱۸،۲۲)، وزن صددانه مشاهده شد (۵،۲۳،۴،۱۸) که نتایج حاصل از این تحقیق را تایید می‌کنند. با استفاده از تجزیه واریانس، انتخاب بر اساس کارایی فنوتیپی جداگانه ژنوتیپ‌ها یا ژنوتیپ‌های منفرد با توجه به منشاء و نوع ژنوتیپ صورت می‌گیرد (۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با آزمون دانکن در جدول ۳ آورده شده است. بلندترین و کوتاهترین بوته به ترتیب مربوط به ژنوتیپ G۳ (۳۱/۱۳) و G۵ (۲۲/۶) بود. G۱۱ (۸۱/۷) بالاترین و G۱۲ (۶۴) پایین‌ترین شاخص برداشت غلاف داشتند. در مورد وزن صددانه دو ژنوتیپ G۶ (۴/۴) و G۱۳ (۲/۷۶) بیشترین و کمترین مقدار را نشان دادند. غلاف دوبذری در ژنوتیپ G۱۰ (۱۶۶۹/۳) بیشترین و در ژنوتیپ G۱۳ (۲۲۱/۳) کمترین تعداد مشاهده شد در حالیکه ژنوتیپ G۱۳ (۳۵۱۷) بیشترین غلاف تک‌بذری را داشت. از لحاظ وزن (دانه+پوسته) در مترمربع و وزن پوسته، ژنوتیپ‌های G۵ (۱۹/۷۳، ۸۴/۵،۸) و G۱۴ (۴۱/۶، ۱۸۸/۸) به ترتیب کمترین و بیشترین وزن را داشتند. با توجه به نتایج مقایسه میانگین برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و بهره‌وری از بارش، ژنوتیپ‌ها در ۳ گروه مختلف قرار می‌گیرند. تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین صفات مورد مطالعه به اصلاحگر در انتخاب صفات و حفاظت از ژنوتیپ‌ها کمک می‌کند (۳). عملکرد بیولوژیکی در ژنوتیپ G۵ (۵۵۶) پایین‌ترین و در ژنوتیپ G۳ (۲۲۸۵) بالاترین مقدار بود. ژنوتیپ‌های G۱۰ (۳/۰۴، ۸۹۴) و G۵ (۰/۷۱، ۲۰۸) به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار برای عملکرد دانه و بهره‌وری از بارش نشان دادند. ژنوتیپ G۱۰ از لحاظ صفات مهمی مانند عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، غلاف دوبذری و بهره‌وری از بارش جزء ژنوتیپ‌های برتر و قابل توصیه به کشاورز برای کشت و کار جهت بدست آوردن تولید بیشتر است. آنالیزهای چند متغیره برای داشتن تصور بهتری از این ژنوتیپ‌ها مورد نیاز است (۶).

تجزیه مولفه‌های اصلی

با توجه به مزیت تجزیه آماری چند متغیره، تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام شد و ۵ مولفه اول ۸۳٪ از تغییرات داده‌ها را در برگرفتند (جدول ۴). مولفه اول ۴۱٪ بیشترین حجم از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد و دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات وزن دانه و وزن دانه با پوسته در مترمربع، عملکرد دانه، بهره‌وری از بارش و تعداد غلاف بارور بوده که می‌توان آنرا مولفه موثر بر عملکرد دانه نامگذاری کرد. به عبارتی ژنوتیپ‌های برخوردار از مقدار بالا برای مولفه اول، عملکرد بیشتری خواهند داشت. علائم ضرایب مولفه‌ها جهت رابطه بین متغیر و مولفه را نشان می‌دهند، یعنی دو متغیر با ضریب بالا و علامت همسان در یک عامل، همبستگی مثبتی با همدیگر دارند (۱۸). در مطالعه ژنوتیپ‌های نخود مشخص گردید که وزن صددانه و وزن دانه بالاترین ضرایب را در مولفه اول داشتند (۱۶). مولفه دوم دارای ضرایب بزرگ مثبت برای صفات تعداد شاخه اولیه و تعداد غلاف تک‌بذر و ضریب منفی برای صفت وزن صددانه است، بدین معنا که این مولفه شامل ژنوتیپ‌هایی با تعداد شاخه اولیه و تعداد غلاف تک‌بذر بیشتر و وزن صددانه پایین‌تری هستند. صفات تعداد شاخه ثانویه، تعداد غلاف دوبذر، شاخص برداشت دانه و درجه باردهی در مولفه سوم دارای ضرایب بالا و مثبت بودند. تجزیه و تحلیل داده‌های مولفه‌های اصلی نشان داد که وزن بذر در مترمربع و وزن صددانه به‌عنوان پارامترهای مناسبی در جهت جمع‌آوری داده‌ها در مطالعات آینده است چونکه آنها در هر مولفه تغییرات زیادی نشان می‌دهند. نتایج تجزیه مولفه‌های اصلی در بررسی ۱۵۳ توده عدس نشان داد که ۴ مولفه ۸۰٪ تغییرات را توجیه کرده و مولفه اول عملکرد دانه بالاترین ضریب را داشت (۱۴). مطالعه خصوصیات مهم مورفولوژیکی و فنولوژیکی ۳۵ ژنوتیپ عدس نشان داد که ۸۵/۹ درصد از تغییرات متغیرها توسط ۶ مولفه توجیه می‌شوند که تعداد دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در مولفه اول بالاترین ضرایب را به خود اختصاص دادند (۱۵). با مطالعه ۱۴ ژنوتیپ عدس مشخص شد که ۸۵/۶ درصد تغییرات کل توسط ۴ مولفه اصلی اول توجیه می‌شود و عملکرد دانه، تعداد دانه، عملکرد بیولوژیک در مولفه اول صفات شاخصی هستند (۸). تجزیه مولفه‌های اصلی ۹ ژنوتیپ (۶ ژنوتیپ از ایکاردا و ۳ ژنوتیپ محلی) در عراق نشان داد که دو مولفه اول ۶۶/۵۳ درصد تغییرات فنوتیپی را نشان می‌دهد. بر اساس نمودار پراکندگی بر اساس مولفه اول و دوم تنوع فنوتیپی بالایی مشخص شد (۲۰). ۴ مولفه اصلی اول ۸۶/۳ درصد کل تغییرات در ۷۰ ژنوتیپ عدس در اتیوپی را توجیه می‌کند که مهم‌ترین صفات در مولفه اول تعداد بذر، تعداد غلاف و عملکرد بذر است. مولفه اول به‌عنوان متغیرهای مرتبط با عملکرد شناسایی شد (۵). در بررسی ۵۹ ژنوتیپ عدس ۵ مولفه اصلی اول ۸۳/۵٪ تغییرات را توجیه کردند و بالاترین همبستگی مثبت مولفه اول با صفات شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بذر بود. صفاتی با همبستگی مثبت معنی‌دار در مولفه دوم طول غلاف و وزن صد دانه بود (۲) که مطالعات ذکر شده در بالا تاییدکننده نتایج این تحقیق است.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های عدس

Table 2. Analysis of variance for different traits in lentil genotypes

منبع تغییرات	Df	میانگین مربعات MS							
		ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه اولیه	وزن پوسته (g/m^2)	تعداد شاخه ثانویه	وزن دانه ($g/m^{2)}$	وزن صددانه (g/m^2)	تعداد غلاف بارور	عملکرد دانه (g/m^2)
تکرار	۲	۰/۲۵^{ns}	۵/۲۷**	۰/۸۷^{ns}	۱/۱۹^{ns}	۱/۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۲۰/۸^{ns}	۶۳/۸۳^{ns}
ژنوتیپ	۱۳	۱/۴ ^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۰/۶۱^{ns}	۵/۱۸^{ns}	۰/۰۶**	۱۴۸/۳^{ns}	۶۳/۹۷*
خطا	۲۶	۰/۷۸	۰/۶۸	۱/۱	۱/۰۰۶	۵/۰۷	۰/۰۱	۱۱۹/۲	۲۹/۷۶
ضریب تغییرات (٪)		۴۲	۳۸	۱۹	۳۸	۲۲	۹	۲۳	۲۶

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های عدس

Continue table 2. Analysis of variance for different traits in lentil genotypes

منبع تغییرات	Df	میانگین مربعات MS					
		وزن برگ و ساقه (g/m^2)	شاخص برداشت غلاف	تعداد کل غلاف دو بذر	بهره‌وری از بارش	درجه باردهی	تعداد کل غلاف پوک
تکرار	۲	۱/۴^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۲/۸۱^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۳/۲۸*
ژنوتیپ	۱۳	۴/۱^{ns}	۱^{ns}	۱۷۷/۶۵*	۰/۲۱*	۰/۴۲^{ns}	۰/۸^{ns}
خطا	۲۶	۳/۲۴	۰/۹۱	۶۹/۳۳	۰/۱	۰/۶۱	۰/۸۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۴	۴۴	۳۷	۲۶	۱۲	۴۲

ادامه جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در ژنوتیپ‌های عدس

Continue table 2. Analysis of variance for different traits in lentil genotypes

منبع تغییرات	Df	میانگین مربعات MS						
		تعداد بوته/ متر مربع	تعداد کل غلاف در بوته	تعداد گره در ساقه	تعداد کل غلاف تک بذر	وزن دانه با پوسته غلاف تک بوته(g/m^2)	شاخص برداشت دانه	عملکرد بیولوژیکی (g/m^2)
تکرار	۲	۰/۰۵^{ns}	۳۵/۵^{ns}	۰/۲۸^{ns}	۳۶/۱^{ns}	۲/۱۴^{ns}	۱/۳^{ns}	۹۰/۱۲^{ns}
ژنوتیپ	۱۳	۰/۰۱^{ns}	۱۵۰/۴ ^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۱۶۸^{ns}	۵/۵۹^{ns}	۰/۴^{ns}	۱۴۹/۹۳*
خطا	۲۶	۰/۰۲	۱۱۸/۷	۰/۱۵	۱۴۱/۳	۵/۵۶	۰/۶	۶۰/۳۹
ضریب تغییرات (٪)		۱۲	۲۲	۱۰	۲۶	۲۰	۱۲	۲۳

جدول ۳– مقایسه میانگین صفات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های عدس

Table 3. Mean comparison for morphological traits of Lentil genotypes

ژنوتیپ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد کل غلاف تک‌بذر	تعداد کل غلاف دوبذر	شاخص برداشت غلاف	وزن صددانه (گرم)	وزن پرگ+ساقه (g/m^2)	وزن پوسته (g/m^2)	بهره‌وری از باراش	وزن دانه با پوسته (g/m^2)	عملکرد دانه (g/m^2)	عملکرد بیولوژیکی(g/m^2)
G1	۲۹/۲۰± ۱/۴۰^{abc}	۱۴۸۸± ۱۰۲۳^{b}	۷۹۲± ۱۳۶^{abcde}	۷۳/۷۹± ۱/۳۰^{ab}	۴/۰۳± ۰/۲^{ab}	۱۷۷/۳± ۴۲/۲^{ab}	۳۳/۸± ۴/۴^{ab}	۱/۷۹± ۰/۵۱^{abc}	۱۲۵/۶± ۱۶/۹^{ab}	۵۲۹± ۱۵۱^{abc}	۱۴۷۸± ۳۲۹^{ab}
G2	۲۳/۴۷± ۲/۸۸^{cd}	۱۴۵۶± ۳۳۱^{ab}	۳۲۸± ۱۶۵^{de}	۷۶/۳۰± ۰/۴۷^{ab}	۳/۳۰± ۰/۳۵^{bcde}	۱۱۲/۳± ۱۷/۳^{b}	۲۲/۱۳± ۵/۰۷^{ab}	۱/۰۷± ۰/۵۵^{bc}	۹۳/۶± ۲۱/۷^{ab}	۳۲۶± ۱۶۳^{bc}	۸۸۳± ۳۰۶^{bc}
G3	۳۱/۱۳± ۰/۴۶۷^{a}	۱۶۹۳± ۴۲۳^{ab}	۷۵۲± ۱۶۲^{abcde}	۸۰/۷۳± ۰/۸۶^{a}	۳/۶۳± ۰/۲۱^{abcd}	۲۰۴± ۲۶/۲	۲۶/۹۳± ۶/۰۱^{ab}	۲/۴۲± ۰/۸^{ab}	۱۳۸/۱± ۲۵/۹^{ab}	۷۱۴± ۲۳۵^{ab}	۲۳۸۵± ۵۷۱^{a}
G4	۲۴/۸۷± ۲/۰۸^{bcd}	۹۱۵± ۳۹۰^{b}	۷۶۵± ۱۷۹^{abcde}	۷۹/۵۵± ۴/۳۰^{ab}	۳/۸۰± ۰/۲^{abcd}	۱۲۹/۳± ۳۳^{ab}	۲۵/۳۳± ۸/۱^{ab}	۱/۳۸± ۰/۴۳^{abc}	۱۲۱/۳± ۲۵/۴^{ab}	۴۰۸± ۱۲۷^{abc}	۱۱۸۷± ۳۷۱^{abc}
G5	۲۲/۶۰± ۲/۱۴^{d}	۱۴۰۵± ۴۹۵^{ab}	۴۷۷± ۱۸۹^{cde}	۷۶/۶۱± ۰/۱۸^{ab}	۳/۳۰± ۰/۰۵^{bcde}	۱۱۱/۷± ۲۴/۴^{b}	۱۹/۷۳± ۶/۶۸^{b}	۰/۷۱۳± ۰/۳۲^{c}	۸۴/۵± ۲۸/۷^{b}	۲۰۸± ۹۴/۸^{c}	۵۵۶± ۲۰۶^{c}
G6	۲۹/۸۸± ۱/۴۴^{ab}	۱۰۶۷± ۴۷۴^{b}	۷۷۶± ۳۰۰^{abcde}	۷۴/۹۸± ۵/۰۳^{ab}	۴/۴۰± ۰/۴۹^{a}	۱۶۲/۷± ۳۷/۴^{ab}	۲۵/۰۷± ۳/۶^{ab}	۲/۵۸± ۰/۷۷^{ab}	۱۱۲/۵± ۳۶/۲^{ab}	۷۶۱± ۲۲۹^{ab}	۱۷۳۰± ۴۶۹^{ab}
G7	۲۸/۲± ۰/۹۴^{abcd}	۱۷۶۰± ۶۳۳^{ab}	۶۴۵± ۲۶۴^{abcde}	۷۸/۷۱± ۲/۰۱^{ab}	۴/۲۲± ۰/۱۳^{a}	۱۶۹/۱± ۲۰/۹^{ab}	۳۳/۸± ۹/۶^{ab}	۲/۲۹± ۰/۲۱^{ab}	۱۵۷/۹± ۴۶/۱^{ab}	۶۷۵/۸± ۶۳/۴^{ab}	۱۹۲۱± ۹۶/۶^{a}
G8	۲۸/۳۳± ۳/۹۳^{abcd}	۱۳۲۰± ۴۱۷^{b}	۷۹۷± ۴۷۱^{abcde}	۷۶/۲۸± ۰/۵۵^{ab}	۲/۹۰± .^{de}	۱۴۹/۳± ۳۲/۲^{ab}	۲۴/۵± ۱۰/۴^{ab}	۲/۵۸± ۰/۷^{ab}	۱۰۵/۶± ۴۷/۱^{ab}	۷۵۹± ۲۰۷^{ab}	۲۱۸۰± ۵۶۱^{a}
G9	۲۶/۶۷± ۱/۲۷^{abcd}	۱۲۹۱± ۲۲۴^{ab}	۱۱۳۳± ۱۰۹^{abc}	۷۷/۳۷± ۱/۴۳^{ab}	۲/۸۳± ۰/۱۶^{de}	۱۷۳/۳± ۲۱/۱^{ab}	۳۱/۲± ۱/۲^{ab}	۲/۴۲± ۰/۲^{ab}	۱۳۸/۶۷± ۸/۴۲^{ab}	۷۱۳/۵± ۸۷/۳^{ab}	۲۰۳۰± ۲۹۲^{a}
G10	۲۷/۴۰± ۲/۶۱^{abcd}	۱۴۱۱± ۴۷۸^{ab}	۱۶۶۹/۳± ۷۶/۹	۷۷/۵۴± ۲/۲۹^{ab}	۲/۹۳± ۰/۲۴^{de}	۱۷۰/۹± ۱۶/۷^{ab}	۳۶± ۲/۸^{ab}	۳/۰۴± ۰/۳۶^{a}	۱۶۵/۹± ۲۷/۶^{ab}	۸۹۴± ۱۰۶^{a}	۲۱۰۱± ۱۰۹^{a}
G11	۲۹/۸۷± ۰/۷۲^{abc}	۲۱۴۴± ۲۴۲^{ab}	۱۰۴۷± ۳۴/۷^{abcd}	۸۱/۷± ۲/۴	۳/۱۰± ۰/۲۳^{cde}	۱۹۳/۳± ۱۵/۵^{ab}	۳۰/۱۳± ۵/۹۴^{ab}	۲/۸۵± ۰/۳۳^{a}	۱۶۱/۳± ۱۳/۱^{ab}	۸۳۹/۹± ۹۳/۸^{a}	۲۰۱۹± ۲۲۳^{a}
G12	۲۷/۶۷± ۰/۰۷^{abcd}	۱۴۹۳± ۳۶۸^{ab}	۴۰۳± ۱۲۵^{cde}	۶۴± ۱۱^{b}	۳/۵۶± ۰/۲۲^{abcde}	۱۳۸/۶۷± ۷/۴۴^{ab}	۳۷/۳۳± ۶/۰۳^{ab}	۲/۱± ۰/۶۷^{ab}	۱۱۴/۹± ۲۵/۴^{ab}	۶۲۱± ۱۹۶^{ab}	۱۷۸۷± ۵۷۵^{ab}
G13	۲۶/۶۶± ۰/۸۵^{abcd}	۳۵۱۷± ۶۲۲^{a}	۲۲۱/۳±۹۰/۸^{e}	۷۷/۶۳±۳/۷۷^{ab}	۲/۷۶±۰/۱۸^{e}	۱۷۶/۵±۱۲/۶^{ab}	۲۸/۸±۲/۱۳^{ab}	۲/۲۲± ۰/۳۵^{ab}	۱۳۸/۴± ۲۹^{ab}	۶۵۵± ۱۰۲^{ab}	۱۷۹۳± ۲۳۳^{ab}
G14	۲۸/۳۳± ۰/۸۱^{abcd}	۲۰۰۵± ۵۰۷^{ab}	۱۵۲۸± ۴۲۵^{ab}	۷۸/۰۲± ۱/۲۶^{ab}	۳/۲± ۰/۱۵^{bcde}	۱۷۲/۳± ۱۳/۷^{ab}	۴۱/۶± ۶/۵^{a}	۲/۴۳± ۰/۱۲^{ab}	۱۸۸/۸± ۲۶/۵^{a}	۷۱۶/۷±۳۵/۵^{ab}	۱۶۳۰± ۱۶۰^{ab}

تجزیه کلاستر

تجزیه کلاستر به روش وارد و بر اساس فاصله اقلیدسی انجام شد. از فرمول ($\sqrt{n/2}$) که در آن n تعداد افراد را مشخص می‌کند (۱۳) برای تعیین تعداد گروه‌های ایجاد شده توسط خط برش استفاده شد. ۱۴ ژنوتیپ مورد مطالعه در ۳ گروه قرار گرفتند که ژنوتیپ G۱۳ به تنهایی در یک گروه (گروه ۳)، سه ژنوتیپ G۱۰، G۱۱ و G۱۴ در گروه جداگانه (گروه ۲) و ۱۰ ژنوتیپ دیگر گروه یک را تشکیل دادند (شکل ۲). گروه دوم صفاتی که بالاترین میانگین را دارند شامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف دوبذر، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، وزن بذر، شاخص برداشت غلاف و بذر، بهره‌وری از بارش و درجه باردهی می‌باشند، در حالیکه گروه اول از لحاظ این صفات پایین‌ترین میانگین را داشتند. ژنوتیپ موجود در گروه سوم از لحاظ صفات تعداد بوته، تعداد غلاف تک‌بذر، تعداد غلاف بارور و تعداد کل غلاف بیشترین مقدار را داشت (جدول ۵). شاید علت متمایز شدن ژنوتیپ G۱۳ در یک گروه جداگانه داشتن ترکیب متفاوتی از اجزا عملکرد دانه باشد. این ژنوتیپ بالاترین تعداد کل غلاف، تعداد غلاف بارور اما پایین‌ترین وزن صددانه و تعداد غلاف دوبذری را دارد. همچنین این ژنوتیپ بالاترین تعداد بوته و شاخه اولیه را داشت. پلات رسم شده بر اساس مولفه اول و دوم گروه‌بندی انجام شده توسط تجزیه گروه را تایید می‌کند (شکل ۱). بیشترین فاصله از نظر قرابت بین دو گروه ۱ و ۳ مشاهده شد، که پیشنهاد می‌شود برای بدست آوردن حداکثر تنوع از تلاقی ژنوتیپ‌های این گروه‌ها استفاده شود. همچنین برای برنامه‌های اصلاحی که هدف آن افزایش عملکرد دانه است ژنوتیپ‌های گروه دوم توصیه می‌شود. ماکزیمم مشارکت صفات در تنوع، تصمیم‌گیری در مورد نوع گروه با هدف گزینش در آینده و انتخاب والدین برای هیبریداسیون را تایید می‌کند (۹). با توجه به میانگین گروه، وزن صددانه صفت برای اهمیت در ژنوتیپ موجود در گروه ۱ بوده، در حالیکه ژنوتیپ‌های موجود در گروه دوم برای عملکرد بذر و بیولوژیکی و ژنوتیپ‌های گروه سوم برای تعداد کل غلاف و تعداد غلاف بارور مهم بودند. می‌توان نتیجه گرفت که احتمالا واگرایی بالای ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مرتبط به علت این صفات بوده و به اصلاح عدس از طریق انتخاب منطقی کمک می‌کند. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های قرار گرفته در گروه دوم از نظر صفاتی مانند عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، وزن دانه تعداد غلاف دوبذر و شاخص برداشت غلاف ارزش بالاتری نسبت به میانگین کل داشتند می‌توان این گروه را به‌عنوان گروه برتر معرفی نمود. ۱۵۳ توده عدس با استفاده از تجزیه گروه در ۶ گروه مختلف قرار گرفتند (۱۴). تجزیه گروه ۲۰ ژنوتیپ عدس آنها را در ۴ گروه متفاوت قرار داد (۱۸). بررسی تنوع ژنتیکی ۳۵ ژنوتیپ عدس در ۳ گروه مختلف متمایز شدند که ژنوتیپ‌های گروه سوم دارای عملکرد بالایی بودند (۱۵). ارزیابی ۱۳۰ اکسشن عدس مربوط به ۶ تاکسون با استفاده از صفات مورفولوژیک، آنها را در ۵ گروه اصلی قرار داد و ۳ مولفه اصلی اول٪ ۸۶/۴ تغییرات را توجیه کردند (۱۱). تجزیه گروه بر اساس داده‌های مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های عدس، دو گروه اصلی و ۴ گروه فرعی مشخص کرد که تمایل گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها مطابق منطقه جغرافیایی منشاء آنها را نشان می‌دهد (۵). دندروگرام رسم شده بر اساس صفات زراعی و مورفولوژیکی در ۹ ژنوتیپ عدس در عراق این ژنوتیپ‌ها به ۳ گروه مجزا کرد که ارقام بومی در یک گروه و ژنوتیپ‌های ایکاردا در دو گروه متفاوت قرار گرفتند که نشان‌دهنده تغییرپذیری بالای ژنوتیپ‌های ایکاردا در مقایسه با محلی‌هاست (۲۰). تجزیه کلاستر ۳۰ ژنوتیپ عدس با استفاده از صفات مورفولوژیکی آنها را در ۳ گروه متفاوت دسته‌بندی کرد (۲۱). بررسی ۲۳ ژنوتیپ عدس با استفاده از ۱۲ صفت آنها را به ۴ گروه مختلف تقسیم‌بندی کرد (۱۲). قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مختلف نشان‌دهنده تنوع بالای این ژنوتیپ‌هاست که نتایج این آزمایش وجود تنوع در بین ژنوتیپ‌های عدس را تایید می‌کند. نتایج تحقیق حاضر برای برنامه‌های جمع‌آوری، محافظت و اصلاح در آینده مفید خواهد بود.

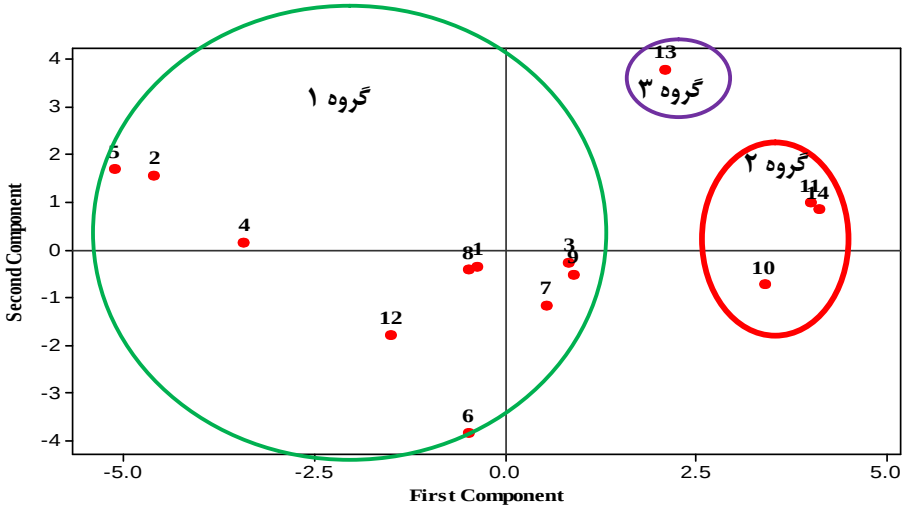
تنوع ژنتیکی برای اصلاح گیاهان زراعی بسیار مهم بوده و تنوع بالاتر ژنوتیپ‌ها شانس بیشتری برای تولید انواع گیاهان مطلوب را فراهم می‌کند. تنوع ژنتیکی قابل توجهی مشاهده شد که می‌توان ژنوتیپ‌های برتر را بر اساس بیان فنوتیپی انتخاب و از آنها در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور بهبود صفات

مهم اقتصادی استفاده کرد. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ G۱۰ ژنوتیپی با خصوصیات برتر زراعی بوده که جهت افزایش محصول به کشاورز توصیه می‌شود، همچنین با توجه به فاصله زیاد دو گروه ۱ و ۳، انتخاب ژنوتیپ‌های این دو گروه به‌عنوان والدین جهت بدست آوردن حداکثر تنوع، پیشنهاد می‌شود.

جدول ۴- بردارهای ویژه مولفه‌های اصلی و ضرایب تبیین صفات در ژنوتیپ‌های عدس

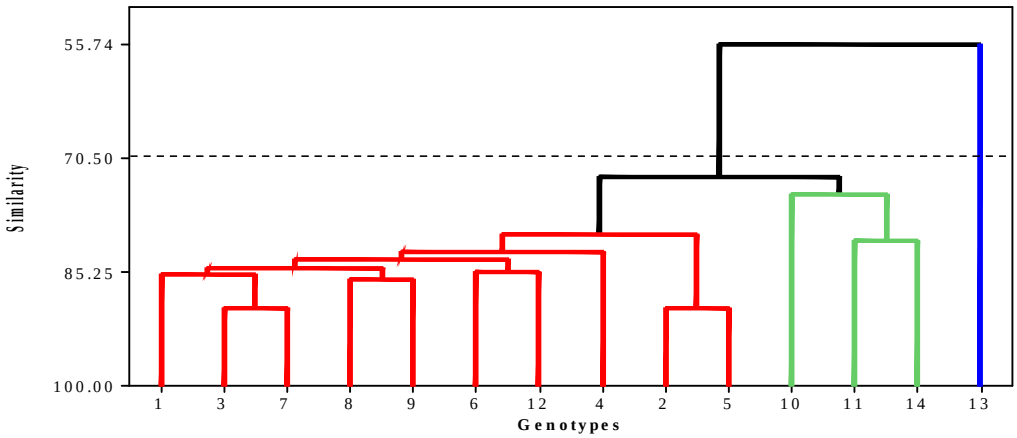
Table 4. Eigen vectors of important principal components and coefficients of determination for characteristics in lentil genotypes

صفت	مولفه				
	اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم
ارتفاع بوته	۰/۲۲۹	-۰/۲۸۶	-۰/۲۳۰	۰/۱۸۸	۰/۱۲۴
تعداد شاخه اولیه	۰/۰۵۹	۰/۳۴۳	-۰/۲۸۶	۰/۱۵۲	-۰/۱۳۴
تعداد شاخه ثانویه	-۰/۰۵۹	۰/۲۷۲	۰/۳۹۵	-۰/۰۵۴	-۰/۲۰۵
تعداد گره در شاخه اصلی	۰/۰۸۴	-۰/۰۳۷	-۰/۲۶۳	-۰/۴۵۷	-۰/۱۵۷
وزن صد دانه	-۰/۱۰۰	-۰/۳۵۸	۰/۰۱۸	۰/۲۷۱	۰/۴۱۹
تعداد کل غلاف	۰/۲۸۸	۰/۲۸۵	۰/۰۳۱	-۰/۰۶۰	۰/۰۹۰
تعداد کل غلاف دو بذر	۰/۲۲۴	-۰/۱۲۴	۰/۳۱۴	۰/۰۵۷	-۰/۲۸۱
تعداد کل غلاف تک بذری	۰/۱۶۲	۰/۳۸۱	-۰/۱۶۶	-۰/۱۱۴	۰/۲۵۱
تعداد غلاف پوک	۰/۱۶۰	۰/۲۷۰	-۰/۱۰۷	۰/۰۹۲	۰/۴۷۱
وزن دانه با پوسته	۰/۳۰۵	۰/۰۲۳	۰/۱۵۴	۰/۱۳۷	۰/۰۵۷
وزن پوسته	۰/۲۳۸	-۰/۰۸۲	۰/۱۰۰	-۰/۱۶۱	۰/۲۶۹
تعداد غلاف بارور	۰/۲۹۰	۰/۲۷۸	۰/۰۴۱	-۰/۰۷۰	۰/۰۵۹
وزن (برگ + ساقه)	۰/۲۸۸	-۰/۰۶۳	-۰/۲۰۵	۰/۱۹۲	-۰/۰۱۱
عملکرد بیولوژیکی	۰/۲۵۸	-۰/۱۹۲	-۰/۲۶۸	۰/۰۱۵	-۰/۲۲۹
عملکرد دانه	۰/۲۹۹	-۰/۲۰۴	-۰/۰۹۵	-۰/۰۴۹	-۰/۱۵۰
وزن دانه	۰/۳۰۲	۰/۰۴۸	۰/۱۵۷	۰/۲۰۳	۰/۰۰۱
تشاخص برداشت غلاف	۰/۱۰۱	۰/۱۹۲	۰/۱۱۵	۰/۵۰۲	-۰/۳۵۱
شاخص برداشت دانه	۰/۱۶۹	-۰/۱۱۱	۰/۳۹۴	-۰/۲۱۰	۰/۱۳۶
بهره‌وری از بارش	۰/۲۹۶	-۰/۲۰۹	-۰/۱۰۱	-۰/۰۳۹	-۰/۱۴۵
درجه باردهی	۰/۲۰۳	-۰/۱۳۷	۰/۳۴۸	-۰/۲۰۲	۰/۰۹۹
تعداد بوته	۰/۰۸۲	۰/۰۴۵	-۰/۱۳۴	-۰/۴۰۰	-۰/۱۶۰
مقدار ویژه	۸/۶۲۵۲	۳/۰۸۹۶	۲/۶۶۷۰	۱/۸۳۹۸	۱/۳۶۴۰
درصدواریانس	۰/۴۱۱	۰/۱۴۷	۰/۱۲۷	۰/۰۸۸	۰/۰۶۵
درصد واریانس تجمعی	۰/۴۱۱	۰/۵۵۸	۰/۶۸۵	۰/۷۷۲	۰/۸۳۷



شکل ۱- گروهبندی ژنوتیپ‌های عدس بر اساس ۲۱ صفت

Figure 1. Grouping of Lentil genotypes based on 21 traits



شکل ۲- گروهبندی ژنوتیپ‌های عدس بر اساس ۲۳ صفت
Figure 2. Grouping of Lentil genotypes based on 23 traits

جدول ۵- میانگین گروه‌ها برای ۲۱ صفت در ۱۵ ژنوتیپ عدس
Table 5. Cluster means for 21 characters of 14 lentil genotypes

متغیر	گروه ۱	گروه ۲	گروه ۳
ارتفاع بوته	۲۷/۲۱	۲۸/۵	۲۶/۳
تعداد شاخه اولیه	۲/۱۶	۲/۲	۲/۳
تعداد شاخه ثانویه	۲/۱۱	۲/۳	۲/۳
تعداد گره در شاخه	۱۴/۲۲	۱۳/۸۳	۱۵/۷
وزن صد دانه	۳/۵۹	۳/۰۷	۲/۸
تعداد کل غلاف در بوته	۲۲۳۴/۹۴	۳۴۹۶/۸۷	۳۹۷۳/۳
تعداد غلاف دو بذر	۶۸۶/۹۲	۱۴۲۴	۲۲۱/۳
تعداد غلاف تک بذر	۱۳۸۸/۸	۱۸۵۳/۳۳	۳۵۱۷/۳
تعداد غلاف پوک	۱۵۹/۲	۲۱۹/۵۷	۲۳۴/۷
وزن (پوسته + بذر)	۱۱۹/۲۷	۱۷۲	۱۳۸/۴
وزن پوسته	۲۷/۷۷	۳۵/۹	۲۸/۸
تعداد غلاف بارور	۲۰۷۵/۷۳	۳۲۷۷/۳۳	۳۷۳۸/۷
وزن (ساقه + برگ)	۱۵۲/۸۷	۱۷۸/۸۳	۱۷۶/۵
عملکرد بیولوژیکی	۱۶۰۳/۸۱	۱۹۱۶/۵۷	۱۷۹۳/۴
عملکرد بذر	۵۷۱/۴۶	۸۱۶/۹۳	۶۵۴/۸
وزن بذر	۹۱/۵۱	۱۳۶/۹۳	۱۰۹/۶
شاخص برداشت غلاف	۷۵/۱۴	۷۹/۰۷	۷۷/۶
شاخص برداشت بذر	۳۴/۴۷	۴۲/۷۷	۳۶/۳
بهره وری از بارش	۱/۹۴	۲/۷۷	۲/۲
درجه باردهی	۳۷/۶۵	۴۵/۵	۳۸/۷
تعداد بوته	۱۶/۴۷	۱۷/۲	۱۹/۷

جدول ۶- فاصله ژنتیکی بین ۳ گروه حاصل از تجزیه کلاستر
Table 6. Genetic distance between 3 cluster analysis groups

	گروه ۱	گروه ۲
گروه ۲	۱۹۹۰/۶۶	
گروه ۳	۳۲۵۳/۳۹	۲۱۶۷/۶۷

منابع

1. Azizi Chakherchaman, S., H. Mostafaee, D. Hasanpanah, H. Kazemiarbat and M. Yarniya. 2009. Path coefficient analysis of yield and yield components in promising Lentil (*Lens culinaris* L.) genotypes under dry land conditions. Agroecology Journal, 5(4): 45-56 (In Persian).
2. Bhartiya, A., J.P. Adityaand and S. Singh. 2015. Assessment of variability for agro-morphological traits in elite Lentil (*Lens culinaris*) lines using multivariate analysis. Indian Journal of Agriculture Research, 49(6): 539-543.
3. Cristobal, M.D., V. Pando and B. Herrero. 2014. Morphological characterization of lentil (*Lens culinaris* Medik.) landraces from Castilla y leon, Spain. Pakistan Journal of Botany, 46(4): 1373-1380.
4. Fakheri, B.A. and R. Mohammadpour Vashvaei. 2016. Genetic variation and factor analysis of morphological and phonological traits for macrosperma and microsperma lentils lines. 94: 15-29 (In Persian).
5. Fikiru, E., K. Tesfaye and E. Bekele. 2010. A comparative study of morphological and molecular diversity in Ethiopian lentil (*Lens culinaris*) landraces. African Journal of Plant Science, 4(7): 242-254.
6. Fikru, M., F. Mekbib, S. Kumar, S. Ahmed and T.R. Sharma. 2014. Phenotypic variability and characteristics of Lentil (*Lens culinaris*) germplasm of Ethiopia by multivariate analysis. Journal of Agricultural and Crop Research, 2(6): 104-116.
7. Ghahghaei, M., M. Galavi, M. Ramroodi and A. Bagheri. 2010. The comparison of yield and yield components of Lentil genotypes at low irrigation in Sistan region. Iranian Journal of Field Crop Research, 8(3): 431-437 (In Persian).
8. Hashemzadeh, J. and H. Monirifar. 2016. Agro-morphological traits variation in some Lentil landrace cultivars from northwest of Iran. Journal of Crop Breeding, 8(19): 102-11.
9. Jewl, A.A., A.K. Chowdhury, A.K.M.M, Alam, M.A. Latif and M.M. Hassan. 2010. Multivariate analysis in Lentil (*Lens culinaris* L.). Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics, 23(1): 9-12.
10. Khazaei, H., C.J. Caron, M. Fedoruk, M. Diapari, A. Vandenberg, C.J. Coyne, R. McGee and K.E. Bett. 2016. Genetic diversity of cultivated Lentil (*Lens culinaris*) and its relation to the worlds Agro-ecological zones. Frontiers in Plant Science, 7: 1-7.
11. Koua, P.M., V. Sharma, M. Rana, R.K. Chahota, S. Kumar and T.R. Sharma. 2017. Analysis of genetic structure and interrelationships in lentils species using morphological and SSR markers.3 Biotech, 7(1): 88.
12. Kumar, S., S.B.L. Srivastava, I.P.S. Malik and R. Kumar. 2012. Grouping of Lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes using non-hierarchica cluster analysis. Legume Res, 35(3): 239-242.
13. Mekonnen, F., F. Mekbib, S. Kumar, S. Ahmed and T.R. Sharma. 2014. Agromorphological traits variability of the Ethiopian lentil and exotic genotypes. Advance in Agriculture, 2014: 1-15.
14. Naroui Rad, M.R., M.J. Aghaei, H.R. Fanaei and M. Mohammad Ghasemi. 1999. The study of genetic variation of some morphologic and phonologic characters in Lentil germplasm of warm and dry regions. Pajouhesh &Sazandegi, 78: 173-181 (In Persian).
15. Nouri Goghari, M., H. Dashti, S. Madah Hosseini and E. Dehghan. 2015. Evaluation of genetic diversity of Lentil germplasm using morphological traits in Bardsir. Iranian Journal of Field Crop Science, 45(4): 541-551 (In Persian).
16. Pezeshkpour, P. and S. Afkar. 2018. The study of genetic diversity, heritability and genetic advance of morphological traits, yield and yield components in different Chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes. Journal of Crop Breeding, 9(24): 61-68.
17. Rahimi, M.H., S. Houshmand and M. Khodambashi. 2016. Determination of the most important agronomic traits affecting seed yield in lentil (*Lens culinaris* Medik) recombinant inbred lines. Iranian Journal of Crop Sciences, 18(2): 161-177 (In Persian).
18. Salehi, M., A. Haghnazari, F. Shekari and H. Baleseni. 2007. Evaluation of relationship between different traits in Lentils (*Lens culinaris*). Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11(41): 205-216 (In Persian).
19. Saman, S.M., J. Mozafari, Sh. Vaezi, A. Abbasi Moghaddam and H. Mostafaie. 2012. Genetic diversity of pod and seed characteristics in lentil germplasm of Iran. Iranian Journal of Crop Sciences. 14(2):171-182 (In Persian).
20. Tahir, N.A.R. and D.A. Omer. 2017. Genetic variation in lentil genotypes by morpho-agronomic traits, and RAPD-PCR. The Journal of Animal and Plant Sciences, 27(2): 468-480.
21. Tyagi, S.D. and M.H. Khan. 2011. Correlation, path-coeffivient and genetic diversity in lentil (*Lens culinaris* Medik) under rainfed conditions. International Research Jouranal of Plant Science, 2(7): 191-200.
22. Yazdi Samadi, B., N. Majnoun Hosseini and S.A. Peighambari. 2004. Evaluation of cold hardiness in Lentil genotypes (*Lens culinaris*). Seed and Plant Improvement Journal, 20(1): 23-37 (In Persian).

23. Zahedi, F., D. Nabati, M. Mohammadi and R.A. Karimzadeh. 2016. Path analysis to study Morpho-Physiological traits, yield and traits related to yield of Lentil Genotypes under rainfed condition. Journal of Plant Production, 39(2): 71-80 (In Persian).
24. Zaker Tavallaie, F., B. Ghareyazie, A. Bagheri and K.K. Sharma. 2016. Genetic transformation of Lentil (*Lens culinaris* M.) and production of transgenic fertile plants. Iranian Journal of Plant Research, 7(2): 215-229 (In Persian).
25. Zyaie, S.M., A. Nazemi, J. Valizadeh and M. Jafari. 2013. Evaluation of possible autumn planting of lentil in Saravan condition. Agronomy Journal, 104: 55-62 (In Persian).

Assessment of Variability of Lentil Genotypes for Agronomic Traits using Multivariate Analyses

Payam Pezeshkpour[1] and Soheila Afkar[2]

1- Research Assistant Peroffesor, Agricultural and Seed and Plant Improvement Research Department, Lorestan Natural Resources Research and Education Center, Khorramabad, Iran
2- Assistant Professor, Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
(Corresponding author: soheila.afkar@gmail.com)
Received: October 12, 2017 Accepted: July 5, 2018

Abstract

Lentil (*Lens culinaris*), with its ability for nitrogen fixation, maintaining soil moisture and limiting soil erosion helps in increasing soil fertility. In order to compare and classify of 14 lentil genotypes, an experiment was carried out in the randomized complete block design with three replications during the cropping year of 2011-2012. Analysis of variance indicated remarkable diversities among genotypes under study and significant differences were obtained for seed yield, biological yield, 100-grain weight, number of the pod with couple seed and rain efficiency. Mean comparisons also showed the genotype G10 was the best genotypes for seed yield, biological yield, the pod with couple seed and rain efficiency, so this genotype is advisable for culture by farmers. As the per principal component analysis, first five principal components expressed 83% of total variation in which PC I, PC II, PC III, PC IV & PC V accounted for 41%, 14%, 12%, 8% and 6% of total variation, respectively. Cluster analysis, based on the traits studied, using euclidean distance following Ward's method with euclidean distance divided the genotypes into three groups and the maximum distance was between cluster I and III. Thus the genetically diverged genotypes of the clusters could be used as the parent in hybridization program to get desirable genotypes. It can be concluded that there is remarkable genetic variability among studied lentil genotypes, which could be utilized in the screening of desirable parents and genotypes for lentil breeding programs.

Keywords: Agronomic Traits, Clustering, Genetic Diversity, Lentil, Principle Component