

بررسی تنوع ژنتیکی عملکرد دانه و زیست توده نژادگان‌های عدس (*Lens culinaris*)

ناصر مجنون حسینی* و محمدرضا نقوی

استاد، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۳)

چکیده

برای تعیین تنوع ژنتیکی صفات و درک روابط همبستگی بین هفت صفت کمی عدس به منظور یافتن نژادگانی (ژنوتیپ‌هایی) با ظرفیت عملکرد بالا، ۷۶۰ نژادگان (نمونه) موجود در کلکسیون عدس طرح حیوانات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)، در سال زراعی ۱۳۹۲-۹۳ ارزیابی شدند. فراسنجه (پارامترهای آماری صفات در جامعه اصلی شامل میانگین، واریانس، انحراف معیار، کمینه و بیشینه و دامنه تغییرات محاسبه شد. صفات مورد بررسی عبارت از زمان ۵۰ درصد گل‌دهی، تاریخ ۹۰ درصد رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد زیست‌توده (بیوماس)، عملکرد دانه و شاخص برداشت بودند. در هر بلوک از رقم اصلاح‌شده زیبا به‌عنوان شاهد استفاده شد. مقادیر فراسنجه‌های آماری صفات نشان داد، صفت زیست‌توده کل (وزن کل بوته) تنوع چشمگیری در بین نمونه‌ها داشت و پس از آن شاخص برداشت و وزن هزاردانه بالاترین دامنه تغییرات را نشان دادند. نتایج به‌دست‌آمده از همبستگی ساده پدیدگانی (فوتوتیپی)، رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام نیز نشان داد، این سه صفت بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه عدس داشتند. بین شمار روز از کاشت تا ۵۰ درصد گل‌دهی و نیز میانگین ارتفاع بوته رابطه مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در جامعه مشاهده شد، که نشانگر عملکرد بیشتر عدس در نمونه‌های دیر گل‌ده و پابلند بود. برای روشن شدن روابط گروهی بین متغیرها تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام گرفت، که نتایج تجزیه هفت صفت مورد بررسی را در سه مؤلفه با توجه ۷۰ درصد تغییرپذیری گروه‌بندی کرد. همچنین، برای اندازه‌گیری و تعیین فاصله ژنتیکی بین نژادگان‌های عدس، به کمک تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) چهار خوشه‌بندی تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، عملکرد دانه، فراسنجه‌های آماری، معیارهای گزینش، نمونه‌های عدس.

Genetic variation for seed yield and biomass in some lentil genotypes (*Lens culinaris*)

Nasser Majnoun Hosseini* and Mohammad Reza Naghavi

Professors, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Aug. 14, 2016 - Accepted: Sep. 24, 2016)

ABSTRACT

In order to assess the genetic diversity of traits and to identify the relationships between quantitative traits in lentil, 760 accessions originated from lentil collection of pulses project evaluated at College of Agriculture and Natural Resources of University of Tehran located at Karaj during 2014. Statistical parameters comprised of mean, variance, standard error of means, maximum and minimum range and coefficient of variation measured. Traits included days to flowering, days to maturity, plant height, seed weight, biological yield, and seed yield and harvest index. Each accession sown in one row with 3 meters row length, and cultivar Ziba used as check (control). The result of simple phenotypic correlations and stepwise regression indicated that the total biomass, harvest index and 1000 seed weight mostly affected the seed yield. Positive and significant correlation observed between days to flowering and plant height with seed yield, which resulted in expansion of vegetative period and increasing of plant height among the genotypes that were commonsensical. To clarify the relationship between the variables, a principal component analysis performed, the results of which indicated that seven traits studied in three components account for 70% of the grouping. In addition, to measure and determine the genetic distance between the lentil genotypes, cluster analysis classified them into four clusters.

Keywords: Genetic diversity, lentil accessions, seed yield, selection criteria, statistical parameters.

* Corresponding author E-mail: mhoseini@ut.ac.ir

مقدمه

جغرافیایی و اقلیمی، مجموعه‌ای از ۹۹۰ نمونه عدس‌های بومی را برای پانزده صفت ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) و پدیدشناختی (فنولوژیکی) ارزیابی کردند که صفات ارتفاع بوته، وزن صددانه و زمان رسیدگی تنوع بیشتری را نسبت به دیگر صفات نشان دادند. بررسی تنوع ژنتیکی شالوده و پایه کار اصلاح و ایجاد رقم‌های پر محصول و با ویژگی‌ها و ظرفیت و قابلیت‌های کمی و کیفی بالا است. در ارزیابی تنوع ژنتیکی صفات نیام و دانه در ۳۰۲ نمونه ژنتیکی عدس در بانک ژن گیاهی ملی ایران در اردبیل (Saman *et al.*, 2012) تنوع چشمگیری برای صفات چسبندگی دانه به نیام و شمار دانه در نیام (به ترتیب با ضریب تغییرات ۴۲/۸۵ و ۴۲/۲۵ در نمونه‌های مورد بررسی گزارش کردند. در بررسی تنوع ژنتیکی ۲۸ رگه (لاین) عدس (Vir *et al.*, 1998) در نتایج ارزیابی خود نشان دادند، ضریب‌های تنوع پدیدگانی (فنتیپی) و ژنتیکی برای عملکرد دانه، عملکرد زیست‌توده (بیوماس)، شاخص برداشت، شمار غلاف در بوته، شمار غلاف در گره، شمار گره‌های بارور و وزن هزاردانه بالا بود. عملکرد زیست‌توده، شاخص برداشت، شمار غلاف در بوته، شمار غلاف در گره، ارتفاع بوته و وزن هزاردانه توارث‌پذیری و همگام با آن پیشرفت ژنتیکی بالا داشتند. در برنامه‌های اصلاح نباتات، استفاده از همبستگی بین صفات متداول است و به‌طور گسترده‌ای برای آگاهی از رابطه میان عملکرد و اجزای آن یا در مورد روابط میان جفت اجزاء عملکرد استفاده شده است (Tyagi & Hafiz Khan, 2011). در بررسی ۱۹۰ نژادگان (ژنوتیپ) عدس، وجود همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد بوته با شمار غلاف در بوته، شمار شاخه‌های فرعی اولیه و ثانویه و شمار دانه در غلاف مشاهده شد و این صفات به‌عنوان معیارهای مهم گزینش در برنامه‌های بهنژادی به‌منظور افزایش عملکرد عدس معرفی شدند (Khatab, 1999). در بررسی ۲۲ نژادگان عدس (Rajput & Sarwar, 1989) نشان دادند، شمار غلاف و شمار بذر در غلاف با عملکرد دانه همبستگی مثبت دارند و این صفات را به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای انتخاب معرفی کردند. عملکرد زیستی اثر مستقیم

عدس از قدیمی‌ترین حبوبات جهان بوده که سرشار از پروتئین (۲۲ درصد) و دیگر عنصرهای غذایی است. این گیاه زراعی توانایی رشد و نمو در شرایط نامناسب محیطی را داشته و به علت کوتاهی دوره رشد، محصول مناسبی در تناوب با غلات به‌شمار می‌رود (Majnoun Hosseini, 2008). سطح زیر کشت آن در ایران بالغ بر ۱۵۳ هزار هکتار است و پس از نخود دومین حبوبات کشور به شمار می‌آید (Iran Agriculture statistics, 2012). عدس از جنس *Lens* بوده و مشتمل بر هفت زیرگونه (Taxa) گزارش شده است (Ferguson & Erskine, 2001) که در چهار گونه به این شرح دسته‌بندی شده‌اند، گونه *Lens culinaris* با چهار زیرگونه (شامل *orientalis*، *odemensis*، *culinaris* و *nigricans*) سه زیرگونه (spp.) دیگر شامل *ervoides*، *nigricans* و *lamottei* هستند. البته در سال‌های اخیر، تغییر زیادی در مورد طبقه‌بندی جنس عدس صورت گرفته است و آموزه‌های بهنژادی نشان داده، امکان تلاقی بین گونه‌های با درجه تغییرپذیری زیاد تنها در سه گروه وجود دارد (الف) زیرگونه *culinaris* و *odemensis* (ب) *ervoides*، *nigricans* و *lamottei* (ج) زیرگونه *tomentosus* (Ferguson & Erskine, 2001). مراکز تنوع شناسایی شده برای زیرگونه *L. culinaris* spp. *orientalis* ایران، آسیای مرکزی و شمال ترکیه گزارش شده است (Ladizinsky & Van Oss, 1984). Aghaei *et al.* (2004) هم ایران را یکی از مراکز تنوع عدس در جهان و حتی پراکندگی دو زیرگونه وحشی *L. culinaris* spp. و *L. culinaris* spp. *Cyanea orientalis* معرفی کرده‌اند. Cubero (1981) منشأ زیرگونه *Orientalis* را ایران می‌داند و Rechinger (1979) پراکنش زیرگونه *cyanea* را استان‌های خوزستان، فارس، بوشهر و تهران می‌داند. البته، تنوع ژنتیکی زیادی در بین گونه‌های محلی عدس توسط محققان بررسی شده است (Tyagi & Hafiz Khan, 2011; Kumar *et al.*, 2009; Bicer & Şakar, 2008). Aghaei *et al.* (2004) به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون عدس بانک ژن و ارتباط آن با پراکنش

و خارجی) در محل ایستگاه تحقیقاتی واقع در دولت‌آباد کرج با مختصات جغرافیایی طول شرقی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه، عرض شمالی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه و ارتفاع ۱۲۲۱ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ ارزیابی شدند. زمین مورد کشت که در پاییز و زمستان تحت آیش (نکاشت) بود، پیش از اجرای طرح و پیش از بارندگی‌های پاییزه شخم زده شد و تا اواخر زمستان به صورت دست‌نخورده باقی ماند. در فصل بهار پیش از کاشت عملیات تکمیلی با استفاده از دیسک، کالتیواتور و لولر انجام گرفت، سپس نسبت به تهیه جوی و پشته‌ها به فاصله‌های ۵۰ سانتی‌متر اقدام شد. میزان بذر عدس هر نمونه برای خطوط کشت ۳ متری، پیش از کاشت با سم بنومیل به نسبت دو در هزار ضدعفونی و سپس توزین و درون پاکت‌های کوچک ریخته شد (با تراکم نهائی ۱۲۰ بوته/مترمربع). به‌منظور تأمین نیتروژن مورد نیاز از کود اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کود آغازین (استارتر) همزمان با کاشت به روش جایگذاری درون شیارهای موازی با خطوط کشت استفاده شد.

عملیات کاشت به‌صورت هیرم‌کاری در تاریخ ۱۹ فروردین‌ماه انجام شد. هر نمونه عدس در یک خط ۳ متری با فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۱ متر (یک خط نکاشت ۵۰ سانتی‌متر بین دو نمونه متوالی فاصله داده شد) کشت شد. در آغاز و انتهای هر ده نمونه و همین‌طور هر بلوک از رقم اصلاح‌شده عدس زیبا به‌عنوان شاهد استفاده شد (طرح آزمایشی سیستماتیک)، بنابراین، شمار نهایی نمونه‌ها به همراه شاهد به ۷۶۱ عدد رسید. نخستین آبیاری پس از کاشت بذر و آبیاری‌های بعدی هر ۱۰-۷ روز برحسب نیاز تا دو هفته پیش از برداشت در تیرماه صورت گرفت. حدود ۲ هفته پس از کاشت با کاربرد علف‌کش سوپر گالانت مبارزه با علف‌های هرز باریک برگ انجام شد، و سپس در مرحله ۲-۳ برگی شدن بوته‌ها، کنترل علف‌های هرز باقی‌مانده، به‌صورت دستی در دو نوبت ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت انجام گرفت.

عملیات برداشت دو هفته پس از قطع آبیاری و خشک شدن کامل مزرعه و زرد شدن بوته در اواخر

منفی و اثر غیرمستقیم مثبت از راه عملکرد دانه روی شاخص برداشت داشت (Rasul et al., 1990). در عدس صفات بسیاری به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم در عملکرد سهمیم هستند. شناسایی این صفات و تعیین رابطه آن‌ها با عملکرد دانه به‌منظور شناخت معیارهای گزینش لازم است (Luthra & Sharma, 1990) و می‌تواند در گزینش نژادگان پر محصول مؤثر واقع شود. (Rangiry et al., 1989) در نتایج بررسی ۷۰ نژادگان عدس نشان دادند، عملکرد دانه با روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، شمار غلاف در بوته، شمار دانه در غلاف و شاخص برداشت همبستگی مثبت ولی با وزن هزاردانه همبستگی منفی داشت. در تجزیه ضریب مسیر ۷۰ نژادگان عدس Luthra & Sharma (1990) نشان دادند، ارتفاع بوته، بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دانه داشت و پس از آن شاخص برداشت، شمار غلاف در گیاه و شمار دانه در غلاف قرار داشتند. روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی اثر مستقیم منفی روی عملکرد دانه داشت. اثر غیرمستقیم روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی از راه ارتفاع بوته و شمار غلاف در گیاه مثبت بود.

شناسایی ویژگی‌های ریخت‌شناختی نخستین گام در طبقه‌بندی و توصیف نمونه هر گیاه به شمار می‌آید، و دانشمندان چندی در جهت رده‌بندی و اندازه‌گیری تنوع پدیدگانی کلکسیون‌های نمونه لگوم‌های مختلف از جمله عدس اقدام کرده‌اند (Sultana et al., 2005). لذا هدف از این بررسی تعیین نوع رابطه بین عملکرد و اجزاء عملکرد عدس با استفاده از روش‌های همبستگی، رگرسیون گام‌به‌گام در جهت شناسایی نمونه‌های برتر و بهینه و گروه‌بندی نمونه‌های موجود در کلکسیون بر پایه اندازه‌گیری فاصله‌های ژنتیکی و تعیین خویشاوندی و غیرخویشاوندی آن‌ها با استفاده از روش تجزیه کلاستر، و بالاخره پی بردن به تنوع ژنتیکی بیشتر در بین آن‌ها، بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی نمونه‌های موجود عدس در کلکسیون طرح حبوبات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران (کرج)، شمار ۷۶۰ توده (داخلی

برداشت ($r=0/442^{**}$) بالاترین میزان همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد دانه را نشان می‌دهند. وزن هزاردانه، ارتفاع بوته و تاریخ کاشت تا ۵۰ درصد گله‌ی نیز با عملکرد دانه رابطه معنی‌داری داشتند (جدول ۲). Yazdi-Samadi *et al.* (2004) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، عملکرد دانه عدس با شاخص برداشت و شمار غلاف در بوته همبستگی مثبت و معنی دار و با وزن دانه همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که وزن هزاردانه با صفاتی مانند تاریخ کاشت تا ۵۰ درصد گله‌ی و کاشت تا رسیدن همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. این امر به احتمال ناشی از برخورد دوره‌های حساس گله‌ی و پر شدن غلاف‌ها با دمای بالای هوا بوده است (مصادف با آخر فصل). هوای گرم می‌تواند منجر به ریزش بذرها در حال رشد، افزایش شمار غلاف‌های خالی و کاهش وزن دانه و در نهایت افت عملکرد شود (Kumar *et al.*, 2009). پس می‌توان نتیجه گرفت در این بررسی با طولانی شدن دوره رشد و همزمان شدن این مرحله پدیدشاختی با گرمای آخر فصل از وزن دانه نمونه‌ها عدس که یکی از اجزاء مهم عملکرد دانه به‌شمار می‌رود کاسته خواهد شد. اما، بین عملکرد دانه عدس و تاریخ کاشت تا ۵۰ درصد گله‌ی و ۹۰ درصد رسیدن همبستگی مثبت و معنی دار مشاهده شد. همبستگی عملکرد دانه با روز تا گله‌ی و روز تا رسیدگی در بررسی ۷۰ نژادگان عدس مثبت و معنی دار گزارش شده است (Rasul *et al.*, 1990)، ولی با وزن هزاردانه همبستگی منفی وجود داشت.

برای بررسی بیشتر نقش صفات در عملکرد دانه نمونه‌های عدس از رگرسیون گام‌به‌گام (Step-wise regression) استفاده شد. بنابراین رابطه رگرسیون عملکرد (Y) و دیگر صفات به شرح زیر تعیین شد (جدول ۳).

$$Y = -1087.6 + 0.350 X1 + 31.7 X2 - 0.824 X3$$

در این رابطه سهم هر یک از صفات در مؤثر بودن عملکرد دانه عدس برابر است با:

$$X1 = \text{زیست توده کل (با ضریب تبیین } R^2 = 0.711)$$

تیرماه ۱۳۹۳ آغاز و از هر خط طولی پس از حذف ۰/۵ متر از بالا و پائین هر ردیف، کل بوته‌ها وسط ردیف‌ها با داس برداشت، پس از آن محصول برداشت شده برای خشک شدن بیشتر به محل گلخانه طرح حبوبات پردیس انتقال داده شدند. نمونه‌های برداشت‌شده با ترازوی دقیق توزین و عملکرد زیست توده کل به دست آمد. سپس عملیات خرمن کوبی و بوجاری (حذف کاه و کلش بوته‌ها) انجام و عملکرد دانه نیز به دست آمد. صفات مورد بررسی عبارت از: شمار روز از کاشت تا رسیدن، ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد زیست توده، عملکرد دانه و شاخص برداشت بودند. عملکرد دانه در بوته نیز بر پایه رطوبت ۱۴ درصد برحسب گرم تعیین شد. برای خشک کردن بذرها از آون تهویه‌دار با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. توزین نمونه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم انجام شد. در این بررسی برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای Excel و SPSS استفاده شد. سپس میانگین، واریانس، انحراف معیار، میزان کمینه و بیشینه و دامنه تغییرات صفات در کل جامعه محاسبه شد. همبستگی ساده پدیدگانی، رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای تعیین ارتباط بین متغیرها و تجزیه خوشه‌ای (کلاستر) برای گروه‌بندی نمونه‌های عدس مورد بررسی انجام گرفت.

نتایج و بحث

مقادیر فراسنجه (پارامترهای آماری صفات در جامعه اصلی شامل میانگین، انحراف معیار، دانه کمینه و بیشینه و درصد ضریب تغییرات در جدول ۱ ارائه شده است. میانگین کل جامعه برای عملکرد دانه در نمونه‌های مورد بررسی ۱۳۰۴/۸ کیلوگرم در هکتار، برای زیست توده کل ۳۵۹۰/۶ کیلوگرم در هکتار، شاخص برداشت ۳۶/۶ درصد، وزن هزاردانه ۳۱/۷ گرم، میانگین ارتفاع بوته ۲۸/۵ سانتی‌متر، دوره رویش (کاشت تا گله‌ی) ۵۳ روز و کاشت تا برداشت ۹۵ روز بود. در جدول ۲ ضریب‌های همبستگی بین صفات ارائه شده است. وزن کل بوته ($r=0/842^{**}$) و شاخص

راه انتخاب این صفات می‌توان عملکرد دانه را بهبود بخشید.

در آخرین مرحله از تجزیه‌های آماری، به کمک تجزیه خوشه‌ای (UPGMA) نمونه‌ها بر پایه فاصله و همانندی‌شان گروه‌بندی شدند. این روش برای انتخاب والدین در دورگ‌گیری گیاهان خودگشن (مانند عدس) و به دست آوردن دورگ (هیبرید)هایی با دورگ برتری (هتروزیس) بالا کاربرد دارد (Vojdani & Moallemi, 1993). در این بررسی نمونه‌های عدس بر پایه میانگین صفات جامعه به چهار گروه تقسیم‌بندی شدند. در گروه اول ۲۷۶ نمونه با بیشترین میانگین ارتفاع بوته و وزن هزاردانه قرار گرفتند. در گروه دوم ۸۶ نمونه با بیشترین میانگین برای صفات کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی، کاشت تا رسیدن، زیست‌توده کل و عملکرد دانه جای داشتند. در گروه سوم ۲۰۲ نمونه با بیشترین شاخص برداشت و در گروه چهارم ۱۹۹ نمونه با بیشترین میانگین برای اغلب صفات قرار گرفتند. به‌طورمعمول نمونه‌ها یا نژادگان‌هایی که در شرایط جغرافیایی یا اقلیمی همسانی (مانند کرج) قرار دارند از نظر ویژگی‌های همانندی بیشتری به یکدیگر دارند. اما در بیشتر بررسی‌های انجام گرفته تاکنون در میان گونه‌ها و جمعیت‌های عدس گاهی تعارض وجود دارد و برای ایجاد درک کاملی از وضعیت تنوع ژنتیکی و روابط بین‌گونه‌ای آن‌ها کافی نبوده است (Karadavut, 2009; Bicer & Sakar, 2008; Aghaei et al., 2004). با این حال در این بررسی، نمونه بزرگ کلکسیون عدس به کمک روش تجزیه خوشه‌ای در دسته‌های کمتر ولی بزرگ‌تری از لحاظ همانندی‌هایشان خلاصه شدند، که می‌تواند در بررسی‌های آینده اصلاح‌گرها صرف وقت و هزینه کمتری را موجب شود.

X2 = شاخص برداشت (با ضریب تبیین $R^2 = 0.962$)

X3 = وزن هزاردانه (با ضریب تبیین $R^2 = 0.963$)

آزمون F برای صفات بالا در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). همان‌طور که در رابطه بالا مشاهده می‌شود زیست‌توده کل بیشترین تغییرات عملکرد دانه در نمونه مورد بررسی را نسبت به دیگر صفات بیان داشت. اگرچه عملکرد دانه در این نمونه‌ها با اغلب صفات مورد بررسی همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، صفات زیست‌توده کل، شاخص برداشت و وزن هزاردانه بیشترین تأثیر را روی عملکرد داشته‌اند، که از این بین، وزن هزاردانه با ضریب تبیین بالاتر مهم‌ترین جزء بوده است و در برنامه‌های به‌نژادی برای افزایش عملکرد عدس، باید مورد توجه قرار گیرد.

به‌منظور گروه‌بندی صفات، اهمیت هر یک و تعیین میزان ارتباط آن‌ها در ایجاد تغییرپذیری کل داده‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی صورت گرفت. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۳) نشان داد که سه مؤلفه اصلی حدود ۷۰ درصد تغییرات را توجیه می‌کند. مؤلفه اول ۳۱/۶ درصد واریانس موجود در جامعه را توجیه کرد که در آن صفات زیست‌توده کل و عملکرد دانه بالاترین ضریب مثبت عاملی را داشتند. مؤلفه دوم تابعی از سه صفت دوره کاشت تا گلدهی و کاشت تا رسیدن با ضریب مثبت عامل (صفات پدیدشناختی) و وزن هزاردانه با ضریب منفی عامل، ۲۳/۱ درصد تغییرات و بالاخره در مؤلفه سوم صفات میانگین ارتفاع (ضریب مثبت عامل) و شاخص برداشت محصول (ضریب منفی عامل) ۱۵/۴۵ تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. بنابراین، با توجه به نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی عامل‌های مثبت اول و دوم به ترتیب صفت زیست‌توده کل و دوره کاشت تا رسیدگی اهمیت زیادی در افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های عدس مورد بررسی می‌تواند داشته باشد و در حقیقت از

جدول ۱. مقادیر فراسنجه‌های آماری صفات مورد بررسی نمونه‌های عدس در جامعه اصلی
Table 1. Values of statistical parameters of lentil genotypes' traits in the main community

Traits	Mean	Variance	Standard deviation	Mini.	Max.	Range
Days to flowering	53.0	12.18	0.1265	46.0	62.0	16.0
Days to maturity (day)	94.7	12.34	0.1273	85.0	101.0	16.0
Pl. height (cm)	28.5	11.71	0.1240	20.0	48.0	28.0
Seed test weight (gr)	31.7	86.2	0.3365	15.6	58.7	43.1
Total biomass (kg/ha)	3590.6	1795522.0	48.57	577.0	86.11	8034.4
Seed yield (kg/ha)	1304.8	286658.9	19.4	128.9	3706.7	3577.8
Harvest index (%)	26.6	71.44	0.3063	9.2	100.1	90.9

جدول ۲. ضریب‌های همبستگی بین صفات در نژادگان‌های عدس

Table 2. Correlation coefficient of lentil genotypes

Traits	Days to flowering	Days to maturity	Pl. height	1000 seed weight	Total biomass	Seed yield	Harvest index
Days to flowering (day)	1						
Days to maturity (day)	0.565**	1					
Pl. height (cm)	0.168**	0.168**	1				
Seed weight (gr)	-0.225**	-0.205**	-0.113**	1			
Total biomass (kg/ha)	0.172**	0.108**	0.187**	-0.167**	1		
Seed yield (kg/ha)	0.105**	0.052 ^{ns}	0.124**	-0.215**	0.843**	1	
Harvest index (%)	-0.89*	-0.090*	-0.096**	-0.108**	-0.069 ^{ns}	0.442**	1

جدول ۳. رگرسیون چندگانه روش جلوبرنده برای عملکرد دانه نژادگان‌های عدس

Table 3. Multiple regression method (forward step) to lentil genotypes' yield

Step	Traits	Regression coefficient	F	Equations
1	Total biomass (kg/ha)	0.711	1870.9**	Y = 94.761+0.337 (total biomass)
2	Harvest index (%)	0.962	9737.4**	Y = -1121.3+31.82 (H.I)
3	Seed weight (gr)	0.963	6518.4**	Y = -1087.6-0.824(seed wt.)

جدول ۴. تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (P.C.A.) و مشخصات آن‌ها (بردارها همراه با ریشه‌های مشخصه و مقادیر واریانس تراکمی)

Table 4. Principal component analysis and their properties (Eigen values by three components for lentil genotypes)

traits	PC1	PC2	PC3
Days to flowering	0.070	0.824	0.152
Days to maturity	-0.008	0.831	0.149
Pl. height	0.333	0.222	0.464
Seed test weight	-0.185	-0.543	0.308
Total biomass	0.941	0.076	0.159
Seed yield	0.933	0.072	-0.309
H.I.	0.176	0.004	-0.880
Roots characteristic	2.213	1.619	1.081
Percent of variance explained	31.621	23.131	15.446
Condensed variance%	32.621	54.752	70.196

نتیجه‌گیری

پدیدشناختی مانند روزهای کاشت تا گلدهی و کاشت تا رسیدگی، که اثرگذاری‌های خود را از روی اجزای اولیه عملکرد (صفات شمار غلاف، شمار دانه در غلاف و وزن هزاردانه) اعمال می‌کنند، از راه اثر بر عملکرد دانه در عدس به نظر می‌رسد که می‌توانند به‌عنوان معیارهایی قابل‌اطمینان در امر گزینش نژادگان‌ها استفاده شوند. گروه‌بندی صفات به‌منظور تعیین اهمیت متغیرهای مورد بررسی در نژادگان‌ها به کمک تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و سرانجام خوشه‌بندی کلکسیون‌های بزرگ نمونه‌های گیاهی (بانک ژن‌ها) برای پرهیز از بررسی شمار زیاد نمونه‌ها و صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ها می‌توان استفاده کرد. نتایج تجزیه خوشه‌ای نیز در مدیریت ذخیره ذخایر توارثی (ژرم پلاسما) در بانک ژن (به‌طور مثال در حذف نژادگان‌های تکراری‌ها) می‌تواند سودمند باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق بخشی از پروژه‌های تحقیقاتی قطب علمی حبوبات دانشگاه تهران بود که بدین‌وسیله مراتب قدردانی مجریان از مسئولان محترم اعلام می‌گردد.

در این بررسی، هفت صفت مهم پدیدشناختی و زراعی تنوع‌پذیر در عدس که اغلب در انتخاب رقم‌ها برای عملکرد بالا اندازه‌گیری می‌شوند (Gupta et al., 2012) شامل ارتفاع بوته، شمار روز از کاشت تا گل‌دهی، شمار روز از کاشت تا رسیدن، وزن هزاردانه، زیست‌توده کل، عملکرد دانه و شاخص برداشت برای جداسازی نمونه‌های موجود در کلکسیون عدس از یکدیگر در شرایط مزرعه ارزیابی شدند. بررسی همبستگی بین زوج صفات، رابطه مثبت و معنی‌دار بین برخی از این صفات با عملکرد دانه را نشان داد. همبستگی منفی و معنی‌دار بین صفات پدیدشناختی (دوره رشد رویشی و زمان کاشت تا برداشت) و وزن هزاردانه که از اجزاء مهم عملکرد دانه به شمار می‌آید، بیانگر آن است که کشت و کار عدس در شرایط نامساعد (اراضی با حاصل‌خیزی کم و رطوبت پایین مانند شرایط دیمزارهای کشور و گرمای هوا که رشد اغلب گیاهان زراعی را محدود می‌سازد)، امکان‌پذیر خواهد بود. صفات زراعی (زیست‌توده کل) و

REFERENCES

1. Aghaei, M., Shahab, J., Zeynali, M. & Talei, H. A. (2004). Genetic diversity of population of lentil and its relation to geographical distribution. *Journal of Agronomy Science*, 6(4), 402-414. (in Farsi)
2. Bicer, B.T. & Şakar, D. (2008). Heritability and path analysis of some economical characteristics in lentil. *Journal of Central European Agriculture*, 9(1), 191-196.
3. Cubero, J. I. (1981). Origin, taxonomy and domestication. In: C.Webb and G.C. Hawtin (Eds.), *Lentils* (pp15-38). Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England.
4. Ferguson, M. & Erskine, W. (2001). Lentils (*Lens culinaris* L.). In: Maxted, N. and S.J. Bennett., *Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp. 132-157.
5. Gupta, R., Begum, S. N., Islam M. M. & Alam, M. S. (2012). Characterization of lentil (*Lens culinaris* M.) germplasm through phenotypic marker. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 10(2), 197-204.
6. Iran Agriculture Statistics. (2012). from: www.nationmaster.com/country-info/profiles/Iran/Agriculture.
7. Karadavut, U. (2009). Path analysis for yield and yield components in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Turkish Journal of Field Crops*, 14(2), 97-104.
8. Khatab, S. A. M. (1999). Association and path analysis in lentil under different irrigation regimes. *Euphytica*, 20(1-2), 13-25.
9. Kumar, N., Chahota, R. K., & Sood, B. C. (2009). Component analysis for seed yield and yield traits in microsperma×macrosperma derivatives of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Agriculture Science Digest*, 29(3), 163-168.
10. Ladizinsky, G. & Van Oss, H. (1984). Genetic relationships between wild and cultivated *Vicia ervilia* (L.) Willd. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 89(2), 97-100.
11. Luthra, S. K. & Sharma, P. C. (1990). Correlation and path analysis in lentils. *Lens Newsletter*, 10, 22-24.
12. Majnoun Hosseini, N. (2008). *Grain legume production* (4th ed.) Jihad-Daneshgahi Publishing Organization, Tehran. Pp. 283. (in Farsi)
13. Rajput, M. A. & Sarwar, G. (1989). Genetic variability, correlation studies and their implication in selection of high yielding genotypes in lentil. *Lens Newsletter*, 16, 5-8.
14. Ramgiry, S. R., Paliwal, K. K. & Tomar, S. K. (1989). Variability and correlations of grain yield and other quantitative characters in lentil. *Lens Newsletter*, 16, 19-21.
15. Rasul, M. G., Newaz, M. A. & Nahar, M. S. (1990). Correlation coefficient and path analysis in lentil genotypes. *Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics*, 3(1-2), 41-46.
16. Rechinger, K. H. (1979). *Papilionaceae I -Vicieae*. Flora Iranica No. 140. Akademisch Drnk-U. Verlagsansatalt. Graz-Austria.
17. Saman, S. M., Mozafari, J., Vaezi, Sh., Abbasi-Mogahddam, A. & Mostafaei, H. (2012). Genetic diversity of pod and seed characteristics in lentil genotypes of Iran. *Iranian Journal of Crop Science*, 14(54), 171-182.
18. Sultana, T., Ghafoor, A. & Ashraf, M. (2005). Genetic divergence in lentil genotypes for botanical descriptors in relation with geographic origin. *Pakistan Journal of Botany*, 37(1), 61-69.
19. Tyagi, S. D. & Hafiz Khan, M. (2011). Correlation, path-coefficient and genetic diversity in lentil (*Lens culinaris* Medik) under rainfed conditions. *International Research Journal of Plant Science*, 2(7), 191-200.
20. Vir, O. M., Gupta, V. P. & Vir, O. (1998). Variation in macrosperma×microsperma derived gene pool of lentil under low and high fertility levels of soil at subtropical climate of Himalayas. *Indian Journal of Agricultural Research*, 32(3), 181-184.
21. Vojdani, P. & Moallemi, M. (1993). Variation and correlation of some traits with some lentils and climatic regions. *Plant Seed Journal*, 9(1, 2), 1-9. (in Farsi)
22. Yazdi Samadi, B., Majnoun Hosseini, N. & Peighambari, S. A. (2004). Evaluation of cold hardiness in lentil genotypes (*Lens culinaris* medik.). *Seed and Plant Improvement Journal*, 20(1), 23-37.