"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هیجدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۵

تعیین مهم‌ترین صفات زراعی مؤثر بر عملکرد دانه لاین‌های خالص نوترکیب عدس (*Lens culinaris* Medik)

Determination of the most important agronomic traits affecting seed yield in lentil (*Lens culinaris* Medik) recombinant inbred lines

محمد حسن رحیمی[۱]، سعداله هوشمند[۲] و محمود خدامباشی[۳]

چکیده

رحیمی، م. ح.، س. هوشمند و م. خدامباشی. ۱۳۹۵. تعیین مهم‌ترین صفات زراعی مؤثر بر عملکرد دانه لاین‌های خالص نوترکیب عدس (*Lens culinaris* Medik). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۸(۲): ۱۷۷-۱۶۱.**

مطالعهٔ صفات زراعی و ارتباط آنها با عملکرد دانه می‌تواند به شناخت راهکارهای مناسب برای انتخاب ارقام پرمحصول کمک نماید. این تحقیق به منظور بررسی ارتباط بین صفات زراعی و عملکرد دانه عدس، ۱۱۸ لاین خالص نوترکیب عدس (حاصل از تلاقی L3685 × قزوین) به همراه والدین آنها در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در دو سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲) انجام شد. به دلیل معنی‌دار نبودن اثر بلوک‌های ناقص درون هر تکرار، داده‌ها بصورت تجزیه مرکب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. بر اساس نتایج آزمایش، لاین‌های ۱۱۱، ۸۲، ۳۰ و ۸۵ از لحاظ ویژگی‌های زراعی، فنولوژیک و عملکرد دانه به عنوان لاین‌های برتر شناسایی شدند. بررسی پارامترهای ژنتیکی نشان داد که صفات وزن غلاف در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد زیستی و عملکرد دانه بالاترین مقادیر مربوط به پیشرفت ژنتیکی، ضرایب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی را داشته و بیشترین میزان وراثت‌پذیری در وزن غلاف در بوته (h^2=۰/۷۰)، روز تا رسیدگی (h^2=۰/۶۷) و روز تا گلدهی (h^2=۰/۵۸) وجود داشت. ضرایب همبستگی پیرسون نشان دهنده رابطه مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با عملکرد زیستی، عرض برگ، تعداد و وزن غلاف در بوته و همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار با روز تا گلدهی و رسیدگی بود. نتایج رگرسیون گام به گام نیز نشان دهنده نقش تعیین کننده و مؤثر صفات مزبور (به غیر از وزن غلاف در بوته) بود. بر اساس نتایج تجزیه علیت مبتنی بر رگرسیون گام به گام، بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه مربوط به عملکرد زیستی و عرض برگ بود؛ درحالیکه تعداد غلاف در بوته از طریق عملکرد زیستی بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دانه داشت. در تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه، چهار گروه ایجاد شد و لاین‌های برتر در یک گروه قرار گرفتند. با توجه به نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر، استفاده از صفات تعداد غلاف در بوته، عملکرد زیستی، عرض برگ، روز تا گلدهی و رسیدگی در انتخاب به منظور تولید عملکرد دانهٔ بالا در عدس قابل توصیه به نظر می‌رسند.

واژه‌های کلیدی: تجزیه علیت، رگرسیون گام به گام، صفات زراعی، عدس و عملکرد دانه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱۸ این مقاله مستخرج از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد

۱- دانشجوی دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: moh124000@gmail.com)
۲- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۳- استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

مقدمه

در میان گیاهان زراعی مناطق خشک و نیمه‌خشک، حبوبات از جمله گیاهانی هستند که اغلب در اراضی حاشیه‌ای با خاک‌های کم‌حاصلخیز کشت می‌شوند و از دوران‌های اولیه کشاورزی، بخشی از رژیم غذایی بشر بوده‌اند (Wang *et al.*, 2003). عدس مهم‌ترین محصول غذایی خانواده حبوبات در سیستم‌های کشت دیم در خاور نزدیک است که به‌طور سنتی در مناطقی با میزان بارندگی کم و متوسط، در تناوب با جو و گندم کشت می‌شود (Khodambashi *et al.*, 2012). این محصول که به دلیل قیمت پایین، طعم مطلوب و میزان پروتئین بالا در مقایسه با غذاهای حیوانی، نقش بسیار مهمی در تغذیه انسانی دارد (Ozer and Kaya, 2010)، از طریق تثبیت نیتروژن، حفظ رطوبت و محدود کردن فرسایش، ویژگی‌های حاصلخیزی خاک را بهبود می‌بخشد (Muehlbauer, 2009). بر اساس آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۴ کرواسی با میانگین تولید ۲۸۶۲/۱ کیلوگرم در هکتار در بین ۵۱ کشور تولیدکننده عدس، بیشترین میزان عملکرد را داشت و ایران با میانگین تولید ۵۶۰/۷۷ کیلوگرم در هکتار در جایگاه چهل و دوم قرار گرفت (FAO, 2014).

با شناخت ویژگی‌های ژنتیکی صفات مهم زراعی و درک روابط بین آن‌ها و نحوه اثرگذاری صفات بر یکدیگر می‌توان در مورد طراحی و اجرای روش‌های مختلف اصلاح عدس تصمیم‌گیری نموده و نتایج آنها را تا حدودی پیش‌بینی نمود (Pérez *et al.*, 2011). عملکرد دانه به عنوان یک صفت کمّی توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و وراثت‌پذیری آن به دلیل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، پایین است، در نتیجه انتخاب بر اساس بهبود عملکرد دانه (بویژه در نسل‌های اولیه) ممکن است بازده مطلوبی نداشته باشد (Richards, 1996). از این منظر، انتخاب بر اساس صفات اگرو- مورفولوژیک که دارای وارثت‌پذیری نسبتاً بالایی بوده و همراه با دقت زیادی اندازه‌گیری می‌شوند، ممکن است راه‌حلی سریع و در عین حال ساده جهت غربال‌گری جوامع گیاهی و بهبود عملکرد دانه باشد (Lafitte *et al.*, 2004). در این خصوص گزارش‌های متعددی در زمینه شناسایی صفات مؤثر بر عملکرد دانه در ژنوتیپ‌ها و توده‌های عدس ارائه شده است که در اغلب آن ها از روش‌هایی مانند تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون و تجزیه علیت استفاده شده است. نتایج آزمایش ناروئی راد و همکاران (Narouie Rad *et al.*, 2008) روی ۱۵۳ توده عدس مناطق گرم و خشک نشان داد که افزایش تعداد روز از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک عامل منفی و افزایش ارتفاع بوته عامل مثبت در بهبود عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب بوده‌اند. نوری و همکاران (Nuri *et al.*, 2014) با انجام آزمایشی روی ۳۵ ژنوتیپ عدس، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد زیستی و شاخص برداشت گزارش کردند. عقیلی و همکاران (Aghili *et al.*, 2012) با استفاده از روش رگرسیون گام‌به‌گام نشان دادند که عملکرد زیستی تأثیر زیادی در افزایش عملکرد دانه عدس دارد. در آزمایش دیگزیت و همکاران (Dixit *et al.*, 2005) تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف به عنوان صفاتی که بیشترین اثر مثبت و مستقیم را بر روی عملکرد دانه دارند، معرفی شدند. درحالیکه دالبیر و همکاران (Dalbeer *et al.*, 2013) بیشترین تأثیرپذیری مستقیم و مثبت عملکرد دانه را ناشی از صفات شاخص برداشت، عملکرد زیستی، تعداد انشعابات ثانویه ساقه و وزن صد دانه گزارش نمودند. آزمایش انجام شده توسط سینگ (Singh, 2014) در خصوص رابطه بین صفات با استفاده از تجزیه علیت نشان داد که تعداد غلاف در بوته، تعداد انشعابات ثانویه ساقه و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، بیشترین اثرات مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه عدس دارند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی جمعیت لاین خالص نوترکیب عدس، شناخت ارتباط بین عملکرد دانه و سایر صفات زراعی، مطالعه اثرات مستقیم و غیرمستقیم این ویژگی‌ها با عملکرد دانه و تعیین روابط علت و معلولی بین آنها در شرایط اقلیمی شهرکرد بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده شامل یک جمعیت تولید شده به روش بالک تک‌بذر و متشکل از ۱۱۸ لاین خالص نوترکیب (حاصل از تلاقی رقم هندی L3685 به‌عنوان والد مادری، دارای تیپ ایستاده، پرمحصول و زودرس و عدس محلی قزوین به‌عنوان والد پدری، دارای تیپ خوابیده و دیررس)، در نسل‌های F_7 و F_8 به همراه والدین تلاقی بود که در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در قالب طرح آلفا لاتیس با دو تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۰۶۱ متر از سطح دریا، مورد ارزیابی قرار گرفت. بذر رقم محلی قزوین (به عنوان والد پدری) از تکثیر بذور حاصل از تک بوته به دست آمد.

آماده‌سازی زمین با اضافه نمودن ۵۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 و ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به خاک و همچنین شخم و دیسک‌زنی صورت گرفت (Tadayyon *et al.*, 2011). بذرهای هر لاین بصورت دستی در دو ردیف یک متری با فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی ردیف‌ها، ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و در عمق ۵-۳ سانتی‌متری در اواسط اسفندماه کشت شدند. در هر دو سال، مبارزه با علف‌های هرز در چندین مرحله در طول فصل کشت و به‌صورت وجین دستی انجام شد. آبیاری به روش جویچه‌ای بلافاصله پس از کاشت بذر و تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، به فاصله ۱۰ روز یک بار انجام شد.

صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، طول و عرض برگ (سانتی‌متر)، عملکرد زیستی (گرم)، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف در بوته (گرم)، وزن ۱۰۰ دانه (گرم)، قطر بذر (میلی‌متر) و عملکرد دانه در بوته (گرم) با استفاده از ۱۰ بوته در هر واحد آزمایشی، اندازه‌گیری شدند. تعداد روز تا گلدهی از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی (زمانی که ۵۰ درصد بوته‌های هر واحد آزمایشی دارای حداقل یک گُلِ بازشده بودند) و تعداد روز تا رسیدگی از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک (زمانی که برگ‌ها شروع به زرد شدن کرده و ۵۰ درصد غلاف‌ها در هر واحد آزمایشی به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای تغییر رنگ دادند) ثبت شدند (Bayoumi, 2008).

به منظور برآورد پارامترهای ژنتیکی، ابتدا اجزای متشکله واریانس با استفاده از امید ریاضی میانگین مربعات برآورد شدند. ضریب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی به ترتیب از نسبت جذر واریانس فنوتیپی و ژنتیکی صفات بر میانگین آنها بدست آمد. به منظور محاسبه وراثت‌پذیری از نسبت واریانس ژنتیکی به واریانس فنوتیپی استفاده شد. پیشرفت ژنتیکی با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Zeinali *et al.*, 2004).

رابطه (۱)

$$\text{پیشرفت ژنتیکی} = \text{وراثت پذیری} \times K \times \frac{\sqrt{\text{واریانس فنوتیپی}}}{\text{میانگین صفت}} \times 100$$

K: شدت گزینش (در سطح ۵ درصد = ۲/۰۶) است.

با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین بلوک‌های ناقص درون هر تکرار، منبع تغییر فوق با خطای آزمایشی ادغام و آزمایش بصورت تجزیه مرکب دو سال در یک مکان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو تکرار برای ۱۱۸ لاین خالص نوترکیب به همراه والدین مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قبل از انجام تجزیه واریانس، مفروضات آن مورد بررسی و تأیید قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

سطح احتمال پنج درصد انجام شد. به‌منظور بررسی ارتباط بین عملکرد دانه و سایر صفات از ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. با استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه لاین‌ها و توجیه بهتر روابط تعیین شد. برای تشخیص ماهیت روابط و به منظور تعیین اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقلی که درصد بیشتری از تغییرات متغیر وابسته (عملکرد دانه) را تبیین می‌کنند، تجزیه علیت بر اساس رگرسیون گام‌به‌گام انجام شد. به منظور گروه‌بندی لاین‌ها، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از داده‌های استاندارد شده به روش وارد (Ward) و مقیاس توان دوم فاصله اقلیدسی انجام شد. به منظور تعیین بهترین نقطه برش دندروگرام از تجزیه تابع تشخیص کانونیک استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین لاین‌های مورد بررسی از لحاظ کلیه صفات مورد مطالعه، به غیر از قطر دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). این نتایج نشان‌دهنده تنوع بین لاین‌های جمعیت مورد مطالعه از لحاظ صفات مورد نظر است. اثر سال نیز از نظر کلیه صفات به غیر از صفت قطر دانه معنی‌دار بود. معنی‌دار شدن اثر متقابل لاین×سال برای کلیه صفات به غیر از قطر دانه، حاکی از واکنش متفاوت لاین‌های مورد بررسی از نظر صفات مزبور دارد. بیشترین ضریب تغییرات (۳۸/۱۲ درصد) مربوط به صفت قطر دانه بود. بایومی (Bayoumi, 2008) و کومار و همکاران (Kumar *et al*., 2002) نیز نتایج مشابه با پژوهش حاضر ارائه کرده‌اند.

گزارش شده است که ارزیابی پارامترهای ژنتیکی مانند وراثت‌پذیری، ضریب تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی و پیشرفت ژنتیکی مربوط به صفات رشدی و اقتصادی به منظور تعیین رفتار ژنتیکی مفید بوده و نقش مهمی در فرموله کردن برنامه‌های اصلاحی ایفا می‌نماید (Kwon, and Torrie, 1964). برآورد پارامترهای ژنتیکی نشان داد که مقادیر واریانس و ضریب تنوع فنوتیپی در کل صفات مورد بررسی بیشتر از مقادیر مربوط به واریانس و ضریب تنوع ژنتیکی بود که دلالت بر مشارکت محیط در بیان آن‌ها دارد (Makeen *et al*., 2007).

تعداد روز تا رسیدگی، روز تا گلدهی و ارتفاع بوته کمترین مقادیر ضریب تنوع فنوتیپی (به ترتیب ۴/۱۳، ۵/۸۸ و ۱۳/۵۲ درصد) و ضریب تنوع ژنتیکی (به ترتیب ۳/۳۹، ۴/۴۹ و ۸/۲۷ درصد) را داشتند، درنتیجه این ویژگی‌ها از تنوع کمتری در مقایسه با سایر صفات در جامعه مورد بررسی برخوردار بودند. بیشترین میزان ضریب تنوع ژنتیکی مربوط به صفات وزن غلاف در بوته (۴۴/۲۷ درصد)، تعداد غلاف در بوته (۳۲/۰۱ درصد) و عملکرد دانه (۲۶/۷۰ درصد) بود. بیشترین مقادیر ضریب تنوع فنوتیپی به صفات وزن غلاف در بوته (۵۲/۹۰ درصد)، تعداد غلاف در بوته (۵۰/۷۰ درصد) و عملکرد زیستی (۳۹/۳۰ درصد) تعلق داشت (جدول ۱). با توجه به اینکه وزن و تعداد غلاف در بوته از اجزای مهم عملکرد دانه عدس هستند (Bicer, 2009)، بنابراین شاید بتوان با استفاده از تنوع بالای ژنتیکی برای آن‌ها و انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب، عملکرد دانه را افزایش داد. مقادیر بالای ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی برای عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته برای عدس توسط سرور و همکاران (Sarwar *et al*., 2013) و ماش توسط صادق و همکاران (Sadiq *et al*., 2000) نیز گزارش شده است. پوراسماعیل و همکاران (Porasmaeil *et al*., 2012) در ارزیابی صفات مورفولوژیک در ۹۶ نمونه از عدس‌های وحشی، بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی را برای وزن صد دانه گزارش نمودند.

بیشترین میزان وراثت‌پذیری عمومی در مورد صفات وزن غلاف در بوته (h^2=۰/۷۰)، روز تا رسیدگی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب و پارامترهای ژنتیکی صفات مورفولوژیک و زراعی لاین‌های خالص نوترکیب عدس

Table 1. Combined analysis of variance and genetic parameters for morphological and agronomic characteristics in recombinant pure lines of lentil

منابع تغییر S.O.V		d.f	میانگین مربعات (MS)										
			عملکرد زیستی Biological yield	ارتفاع بوته Plant height	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	تعداد غلاف/بوته No. Pods /plant	وزن غلاف/بوته Pod weight /plant	وزن ۱۰۰ دانه 100 Seeds Weight	قطر دانه Seed diameter	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	عملکرد دانه Seed yield
Year	سال	1	773.72**	197.32*	383.01**	4.43**	41713.69**	0.02*	0.06*	0.05^{ns}	904.00**	1136.92*	0.23*
Rep/Year	تکرار در سال	2	0.12	7.08	0.006	0.008	37.33	0.001	0.004	0.07	1.22	36.21	0.005
Line	لاین	119	74.89**	46.34**	5.61**	0.69**	6817.68**	1.88**	0.52**	0.95 ^{ns}	84.69**	82.60**	3.73**
Line×Year	لاین × سال	119	40.25**	19.69**	3.32**	0.24**	2893.73**	0.32**	0.21**	0.93 ^{ns}	19.36**	13.97**	1.33**
Error	خطا	238	0.27	1.30	0.05	0.01	34.00	0.0008	0.006	0.81	1.93	1.29	0.01
CV(%)		-	4.68	4.48	6.97	10.70	7.29	2.58	3.47	38.12	1.89	1.14	5.41
PCV			39.30	13.52	35.46	36.82	50.70	52.90	14.89	-	5.88	4.13	39.04
GCV			21.45	8.27	17.68	24.94	32.01	44.27	9.40	-	4.49	3.39	26.70
h^2			0.30	0.37	0.25	0.46	0.40	0.70	0.40	-	0.58	0.67	0.47
GA			24.12	10.41	18.15	34.79	41.62	76.33	12.21	-	7.07	5.74	37.62

PCV: ضریب تغییرات فنوتیپی (درصد)، GCV: ضریب تغییرات ژنتیکی (درصد)، h^2: وراثت‌پذیری عمومی (درصد) و GA: پیشرفت ژنتیکی (درصد)

PCV: Phenotypic Coefficient of Variation (%), **GCV**: Genetic Coefficient of Variation, h^2: Heritability (%) and **GA**: Genetic Advance (%)

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

(h^2=۰/۶۷) و روز تا گلدهی (h^2=۰/۵۸) مشاهده شد (جدول ۱) که نشان دهنده تأثیر بیشتر عوامل ژنتیکی بر آن‌ها است. چنین صفاتی می‌توانند به‌عنوان ابزارهایی مفید در انتخاب ژنوتیپ‌های عدس مورد استفاده قرار گیرند. میزان وراثت‌پذیری عمومی عملکرد دانه، متوسط و برابر با ۰/۴۷ به دست آمد. کم‌ترین میزان وراثت‌پذیری عمومی (h^2=۰/۲۵) در صفت طول برگ مشاهده شد. بر اساس نتایج آزمایش تیاگی و خان (Tyagi and Khan, 2010) صفات تعداد غلاف در بوته، وزن ۱۰۰ دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه در عدس از وراثت‌پذیری بالایی برخوردارند. بیکر و ساکار (Bicer and Sakar, 2008) با ارزیابی ۲۲ ژنوتیپ عدس در طول چهار سال زراعی بیان داشتند که صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع اولین غلاف و وزن هزار دانه دارای بیشترین میزان وارثت پذیری بوده و ارتفاع بوته و عملکرد دانه وراثت‌پذیری متوسطی دارند. در آزمایش حاضر، صفات وزن غلاف در بوته، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه به ترتیب با ۷۶/۳۳، ۴۱/۶۲ و ۳۷/۶۲ درصد، بیشترین مقادیر پیشرفت ژنتیکی را داشتند. در آزمایش یونس و همکاران (Younis *et al.*, 2008)، بیشترین میزان وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی مربوط به صفات عملکرد دانه (به ترتیب ۹۷/۱۰ و ۹۰/۷۱)، شاخص برداشت (۹۶/۲۰ و ۶۳/۲۹) و روز تا رسیدگی (۹۵/۹۰ و ۶۳/۳۹) بود که نشان‌دهنده این است که صفات مذکور اساساً بوسیله ژن‌های افزایشی کنترل شده و انتخاب برای آنها به منظور بهبود عملکرد دانه می‌تواند مؤثر باشد. بالا بودن ضریب تنوع ژنتیکی در کنار وارثت پذیری و پیشرفت ژنتیکی بالا امکان بهتری را در رابطه با انتخاب ژنوتیپ‌های برتر فراهم می‌نماید (Selvaraj *et al.*, 2011).

با توجه به اینکه برهمکنش لاین×سال برای کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از قطر دانه معنی‌دار بود، بنابراین مقایسه میانگین لاین‌های مورد مطالعه از نظر صفات مورد نظر در هر سال بصورت مجزا انجام شد. نتایج حاصل نشان داد که در سال اول لاین‌های ۱۱۱، ۸۲، ۳۰، ۹۲ و ۸۵ به ترتیب با ۲۲/۱، ۱۸/۱، ۱۷/۶، ۱۶/۷ و ۱۶/۱ گرم بیشترین مقادیر عملکرد زیستی در بوته را داشتند. در سال دوم نیز لاین‌های ۸۲، ۱۱۱، ۱۱، ۵۲ و ۸۵ از لحاظ عملکرد زیستی در زمره برترین لاین‌ها بودند (جدول ۲).

مقایسه میانگین لاین‌های عدس از نظر ارتفاع بوته نشان داد که لاین‌های ۸۲، ۸۴، ۸۳ و والد مادری (L3685) در هر دو سال ارزیابی جزء پابلندترین لاین‌ها بودند (جدول ۲). لاین‌های دارای ارتفاع بوته بیشتر، توانایی بالایی در ذخیره مواد غذایی داشته و می‌توانند این مواد را در زمان پرشدن دانه به مخزن (دانه) منتقل کنند (Rao and Yadav, 1988).

مقایسه میانگین لاین‌های مورد مطالعه از لحاظ صفت طول برگ نشان داد که در سال اول ارزیابی، لاین‌های ۱۸، والد پدری (رقم قزوین)، ۳ و ۴ و لاین‌های ۵۹، ۵۴، ۳۱ و ۱۲ در سال دوم ارزیابی، بیشترین مقادیر صفت مزبور را داشتند. در سال اول ارزیابی، لاین‌های ۱۱۱، ۱۰، ۳۹ و ۳۷ به ترتیب با ۱/۶، ۱/۵، ۱/۵ و ۱/۴ سانتی‌متر و در سال دوم ارزیابی، لاین‌های ۹۳، ۶۵، ۱۱۱ و ۱۰۰ به ترتیب با ۱/۹، ۱/۸، ۱/۸ و ۱/۸ سانتی‌متر، در زمره برترین لاین‌ها از لحاظ عرض برگ بودند (جدول ۲).

لاین ۱۱۱ در سال اول و دوم ارزیابی به ترتیب با میانگین ۲۰۲/۰ و ۱۸۴/۱ غلاف در بوته به عنوان برترین لاین از لحاظ صفت تعداد غلاف در بوته شناخته شد و پس از آن لاین‌های ۳۰، ۶۵ و ۸۵ به ترتیب با ۱۶۵/۰، ۱۴۷/۴ و ۱۴۵/۵ غلاف در بوته در سال اول ارزیابی و لاین‌های ۸۵، ۱۰۳ و ۸۶ به ترتیب با ۱۷۷/۸، ۱۶۶/۹ و ۱۵۹/۰ غلاف در بوته در زمره برترین لاین ها قرار داشتند. بررسی صفت وزن غلاف در بوته نشان داد که لاین‌های ۸۲، ۱۱۱ و ۷۸ در هر دو سال ارزیابی، بیشترین مقادیر این صفت را داشتند (جدول ۲).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات زراعی برتر در لاین‌های خالص نوترکیب عدس

Table 2. Mean comparison of desirable agronomic characteristics in recombinant pure lines of lentil

	عملکرد دانه/بوته Seed yield/plant (g)		روز تا رسیدگی Days to maturity		روز تا گلدهی Days to flowering		وزن ۱۰۰ دانه 100 Seed Weight (g)		وزن غلاف/بوته Pod weight /plant (g)		تعداد غلاف/بوته No. pod /plant		عرض برگ Leaf width (cm)		طول برگ Leaf length (cm)		ارتفاع بوته Plant height (cm)		عملکرد زیستی/بوته Biological yield/plant (g)	
	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۱	۱۳۹۲
	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
3															3.8					
4															3.8					
10													1.5							
11																				23.3
12																5.6				
18															4.1					
30	5.7	5.4	88.3		67.3		3.3				165.0								17.6	
31							3.4									5.7				
37													1.4							
39													1.5							
52																				20.1
53							3.3													
54																5.7				
59																5.7				
61								3.0												
65						64.7					147.4			1.8						
78									2.5	3.0										
82	5.9	5.7	88.7	89.7	67.0			3.7	3.2	3.2							36.8	33.3	18.1	27.8
83																	33.2	32.5		
84																	34.0	34.1		
85	4.9		91.0	92.7							145.5	177.8							16.1	20.1
86				94.2								159.0								
90								3.1												
92																			16.7	
93		4.7				64.1								1.9						
100														1.8						
102					69.0	65.8														
103												166.9								
111	7.1	6.9	90.3	92.1	66.3	58.9	3.5	3.5	3.9	3.1	202.0	184.1	1.6	1.8					22.1	26.9
والد قزوین Ghazvin Parent	1.9	2.0	111.3	112.6	85.8	84.1	2.3	2.3	0.5	0.5	47.6	47.0	1.1	1.1	4.0	5.2	29.7	28.1	7.8	7.3
والد L3685 L3685 Parent	2.5	2.6	97.7	98.1	75.5	75.3	1.9	2.0	0.9	1.1	67.6	65.1	1.3	1.4	3.1	5.0	32.2	32.7	9.3	10.5
Min	0.6	0.6	88.0	92.0	66.0	58.0	1.5	1.5	0.2	0.6	15.0	17.0	0.6	0.4	1.5	1.0	17.0	17.0	5.2	3.4
Max	7.1	7.0	112.0	105.0	86.0	83.0	3.6	3.8	3.9	3.2	232.4	250.0	2.5	1.9	4.5	6.6	39.7	35.3	25.1	38.0
Mean	2.4	2.4	98.4	100.9	74.6	72.3	2.4	2.4	1.2	1.1	75.2	74.2	1.0	1.2	3.0	3.2	26.0	25.0	10.2	12.3
LSD 5%	0.1	0.1	2.6	0.2	3.1	0.7	0.1	0.1	0.1	0.0	3.7	12.8	0.3	0.1	0.4	0.3	1.9	1.8	0.2	1.2

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

نتایج نشان داد که لاین‌های ۱۱۱، ۳۱، ۳۰ و ۵۳ در سال اول ارزیابی و لاین‌های ۸۲، ۱۱۱، ۹۰ و ۶۱ در سال دوم ارزیابی، بیشترین مقادیر صفت وزن صد دانه را دارا بودند (جدول ۲). در سال اول ارزیابی، لاین‌های ۱۱۱، ۸۲، ۳۰ و ۱۰۲ به ترتیب با میانگین ۶۶/۳، ۶۷/۰، ۶۷/۳ و ۶۹/۰ روز زودتر از سایر لاین‌ها وارد دوره زایشی شدند، درحالیکه در سال دوم، لاین‌های ۱۱۱، ۹۳، ۶۵ و ۱۰۲ کمترین مقادیر مربوط به روز تا گلدهی را داشتند (جدول ۲). لاین‌های ۳۰، ۸۲، ۱۱۱ و ۸۵ به ترتیب با میانگین ۸۸/۳، ۸۸/۷، ۹۰/۳ و ۹۱/۰ روز به عنوان زودرس‌ترین لاین‌ها در سال اول ارزیابی شناخته شدند. در سال دوم ارزیابی نیز لاین‌های ۸۲، ۱۱۱، ۸۵ و ۸۶ زودرس‌ترین بودند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که لاین ۱۱۱ با ۷/۱ و ۶/۹ گرم در بوته، بیشترین عملکرد را به ترتیب در سال اول و دوم ارزیابی داشت و پس از آن لاین‌های ۸۲، ۳۰ و ۸۵ به ترتیب با ۵/۹، ۵/۷ و ۴/۹ گرم در سال اول و لاین‌های ۸۲، ۳۰ و ۹۳ در سال دوم، به ترتیب با ۵/۷، ۵/۴ و ۴/۷ گرم بیشترین عملکرد دانه در بوته را داشتند. در مجموع لاین‌های ۱۱۱، ۸۲، ۳۰ و ۸۵ از نظر عملکرد زیستی، عرض برگ، تعداد و وزن غلاف در بوته، روز تا گلدهی و رسیدگی و عملکرد دانه در بوته در زمره لاین‌های برتر قرار داشتند.

عملکرد دانه به‌طور گسترده‌ای تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد، بنابراین برای بهبود عملکرد دانه باید ارتباط بین عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ارزیابی شود (Eleweanya *et al.*, 2005). بر این اساس ضرایب همبستگی ساده بین صفات برآورد گردید (جدول ۳). نتایج نشان داد که بین عملکرد دانه و صفات عملکرد زیستی ($r=۰/۶۲^{**}$)، عرض برگ ($r=۰/۲۹^{*}$)، تعداد غلاف در بوته ($r=۰/۶۷^{**}$) و وزن غلاف در بوته ($r=۰/۶۱^{**}$) رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. ضرایب همبستگی روز تا گلدهی ($r= -۰/۷۹^{**}$) و روز تا رسیدگی ($r= -۰/۷۶^{**}$) با عملکرد دانه منفی و معنی‌دار بود. همبستگی بالای صفات تعداد غلاف در بوته، روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی با عملکرد دانه نشان می‌دهد که اصلاح همزمان صفات مذکور امکان‌پذیر است. نتایج حاضر با یافته‌های یاداو و همکاران (Yadav *et al.*, 2003) نیز مطابقت دارد. برخی از محققان گزارش کرده‌اند که در ژنوتیپ‌های عدس همبستگی بین ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف و انشعابات اولیه با عملکرد دانه (Zaid *et al.*, 2003; Aich *et al.*, 2007) مثبت و همبستگی بین عملکرد و وزن صد دانه (Kumar *et al.*, 2002) منفی است، در حالیکه سایر محققان همبستگی بین عملکرد و وزن صد دانه را مثبت گزارش کرده‌اند (Dixit *et al.*, 2005).

به منظور درک بهتر روابط بین عملکرد دانه با سایر صفات، تجزیه رگرسیون گام به گام انجام شد (جدول ۴). نتایج حاصل نشان داد که اولین متغیر وارد شده به مدل تعداد غلاف در بوته بود که به تنهایی ۴۲ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد. دومین متغیر تعداد روز تا گلدهی بود که ضریب تبیین مدل را به ۷۰/۲ درصد رساند. روز تا رسیدگی، عملکرد زیستی و عرض برگ به ترتیب سومین، چهارمین و پنجمین متغیرهایی بودند که وارد مدل شدند. این پنج صفت جمعاً ۸۲/۴ درصد تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند (جدول ۴). نوری و همکاران (Nuri *et al.*, 2014) با استفاده از تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام نشان دادند که صفات شاخص برداشت، عملکرد زیستی و وزن خشک برگ و ساقه بیشترین تغییرات عملکرد دانه عدس را توجیه می‌نمایند. تدین و همکاران (Tadayyon *et al.*, 2011) گزارش کردند که استفاده از تجزیه رگرسیون در ارزیابی صفات مؤثر بر عملکرد دانه عدس مفید بوده و صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته موجب افزایش عملکرد دانه می‌شوند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی در لاین‌های خالص نوترکیب عدس

Table 3. Correlation coefficients between agronomic characteristics in recombinant pure lines of lentil

Agronomic characteristics	صفات زراعی	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Biological yield/plant (1)	عملکرد زیستی (۱)	1										
Plant height (2)	ارتفاع بوته (۲)	0.31**	1									
Leaf length (3)	طول برگ (۳)	-0.47**	-0.22*	1								
Leaf width (4)	عرض برگ (۴)	-0.54**	-0.17^{ns}	0.88**	1							
No. Pods/plant (5)	تعداد غلاف/بوته (۵)	0.82**	0.27*	-0.34**	-0.30*	1						
Pod weight/plant (6)	وزن غلاف/بوته (۶)	0.40**	0.26*	-0.08 ^{ns}	-0.07 ^{ns}	0.52**	1					
100 Seeds weight (7)	وزن ۱۰۰ دانه (۷)	-0.01 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.009 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.08 ^{ns}	1				
Seed diameter (8)	قطر دانه (۸)	0.12 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.33**	0.46**	0.28*	0.40**	0.10 ^{ns}	1			
Days to flowering (9)	روز تا گلدهی (۹)	0.01 ^{ns}	0.04 ^{ns}	-0.65**	-0.67**	-0.19 ^{ns}	-0.32**	-0.04 ^{ns}	-0.71**	1		
Days to maturity (10)	روز تا رسیدگی (۱۰)	-0.41**	-0.22*	0.34**	0.15 ^{ns}	-0.46**	-0.37**	-0.12 ^{ns}	-0.47**	0.27*	1	
Seed yield/plant (11)	عملکرد دانه/بوته (۱۱)	0.62**	0.16 ^{ns}	0.13 ^{ns}	0.29*	0.67**	0.61**	0.11 ^{ns}	0.10 ^{ns}	-0.79**	-0.76**	1

ns, * and **: Not significant and significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۴- ضرایب رگرسیونی گام‌به‌گام برای صفات زراعی مؤثر بر عملکرد دانه لاین‌های خالص نوترکیب عدس

Table 4. Stepwise regression coefficients for agronomic characteristics affecting seed yield in recombinant pure lines of lentil

متغیر Variable	ضریب رگرسیونی Regression coefficient	اشتباه استاندارد Standard Error	ضریب رگرسیونی استانداردشده Standardized regression coefficients	t-Test	سطح معنی‌داری Significant level	ضریب تبیین مرحله‌ای Stage coefficient of determination	ضریب تبیین تجمعی Cumulative coefficient of determination
تعداد غلاف در بوته No. Pods /plant	0.005	0.002	0.184	3.025	0.003	0.420	0.420
روز تا گلدهی Days to flowering	-0.080	0.021	-0.213	3.732	0.000	0.282	0.702
روز تا رسیدگی Days to maturity	-0.114	0.014	-0.309	8.058	0.000	0.049	0.751
عملکرد زیستی/بوته Biological yield/plant (g)	0.132	0.018	0.515	7.492	0.000	0.019	0.770
عرض برگ Leaf width (cm)	1.758	0.23-	0.476	7.345	0.000	0.054	0.824
عرض از مبدأ Intercept	13.782	1.983	-	6.950	0.000		

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

جهت پیشرفت در برنامه‌های اصلاحی، تعیین رابطه بین عملکرد دانه و سایر صفات ضروری است. با توجه به اینکه نتایج حاصل از تجزیه همبستگی نمی‌تواند به خوبی ماهیت این ارتباط را نمایان نماید، تجزیه علیت نسبت به تعیین ضرایب همبستگی و رگرسیون دارای سودمندی بیشتری است (Albayrak and Tongel, 2006). این روش بصورت گسترده در اصلاح گیاهان زراعی جهت تعیین ارتباط بین عملکرد و اجزای آن و همچنین به منظور شناسایی اجزایی که اثرات معنی‌داری بر عملکرد دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد (Mohammadi *et al*., 2003). این تجزیه تاثیر مستقیم یک متغیر را روی سایر متغیرها اندازه‌گیری نموده و اثرات را به دو جزء مستقیم و غیر مستقیم تقسیم می‌نماید. به بیان دیگر، تجزیه علیت اهمیت نسبی اثرات مستقیم و غیرمستقیم را روی عملکرد تعیین می‌کند (Bhatt, 1973).

نتایج حاصل از تجزیه علیت براساس رگرسیون گام به گام نشان داد که اثر مستقیم عملکرد زیستی و عرض برگ بر عملکرد دانه بیشتر از سایر صفات بود (جدول ۵). پس از آنها صفت تعداد غلاف در بوته با شدت کمتر، دارای اثرات مستقیم مثبت بوده و تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی تاثیر مستقیم بر عملکرد دانه را بصورت منفی نشان دادند. تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر غیرمستقیم (۰/۴۲۲) را بر عملکرد دانه از طریق عملکرد زیستی داشت. این صفت دارای اثر غیرمستقیم مثبت از طریق تعداد روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی و اثر غیرمستقیم منفی از طریق عرض برگ بود. از دیگر نتایج می‌توان به اثر غیر مستقیم منفی و متوسط تعداد روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی از طریق عرض برگ و همچنین اثر غیرمستقیم منفی عرض برگ از طریق عملکرد زیستی اشاره کرد، بنابراین عملکرد زیستی با بیشترین اثر مستقیم و تعداد غلاف در بوته با بیشترین اثر غیرمستقیم از طریق عملکرد زیستی در جهت افزایش عملکرد دانه مهم جلوه نمودند. قابل توجه است که در هر دو نوع اثر مستقیم و غیرمستقیم، اثر عملکرد زیستی قابل تأکید است. مقدار کم اثرات باقیمانده (۰/۱۸۸)، نشان دهنده کمتر بودن نقش سایر عوامل در تغییرات عملکرد دانه است. دیگزیت و همکاران (Dixit *et al*., 2005) با ارزیابی ۳۰ ژنوتیپ عدس، تعداد غلاف، وزن صد دانه و تعداد دانه در غلاف را موثرترین صفات تاثیرگذار بر عملکرد دانه تشخیص دادند. بیکر و ساکار (Bicer and Sakar, 2008) در آزمایشی روی ژنوتیپ‌های عدس اظهار نمودند عملکرد زیستی و تعداد غلاف در بوته اثر مستقیم و مثبت روی عملکرد دانه داشته و پیشنهاد کردند که بهتر است انتخاب بر اساس عملکرد زیستی انجام گیرد. یونس و همکاران (Younis *et al*., 2008) نیز طی آزمایشی گزارش کرد که تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد انشعابات اولیه ساقه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و وزن صد دانه در عدس دارای اثر مستقیم بالا بر عملکرد دانه هستند. بسیاری از محققان نیز اثر مستقیم و مثبت تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه را بر عملکرد دانه گزارش کرده‌اند (Barghi *et al*., 2012; Gupta *et al*., 2012). متفاوت بودن نتایج و گزارش‌های مشابه و غیرمشابه نشان می‌دهد که نتایج حاصل از تجزیه علیت عملکرد دانه و اجزای آن به لاین‌های مورد بررسی، شرایط محیطی و مکان مورد بررسی بستگی دارد.

تجزیه خوشه‌ای ارتباط ژنتیکی بین لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف را به خوبی نشان داده و به انتخاب والدین برای برنامه‌های هیبریداسیون کمک می‌نماید (Sirohi *et al*., 2007). گروه‌بندی لاین‌های خالص نوترکیب عدس بر اساس صفات زراعی مورد ارزیابی صورت گرفت (شکل ۱) و نتایج تجزیه تابع تشخیص کانونیک برای تعیین بهترین نقطه برش، نشان‌دهنده تمایز بیشتر با چهار گروه بود (جدول ۶).

میانگین و درصد انحراف از میانگین کل در هر خوشه نشان داد که گروه اول که شامل ۲۹ لاین بود، از

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

جدول ۵- تجزیه علیت عملکرد دانه با صفات مرتبط در لاین‌های خالص نوترکیب عدس

Table 5. Path analysis for seed yield with related characteristics in recombinant pure lines of lentil

صفات مانده در مدل Remained characteristics in the model		اثر مستقیم Direct effect	اثر غیرمستقیم از طریق Indirect effect through					ضریب همبستگی ساده با عملکرد دانه Simple correlation coefficients with seed yield
			تعداد غلاف/بوته No. Pods /plant	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	عملکرد زیستی/بوته Biological yield/plant	عرض برگ Leaf width	
No. Pods /plant	تعداد غلاف/بوته	0.184**	-	0.042	0.142	0.442	-0.147	0.67**
Days to flowering	روز تا گلدهی	-0.213**	-0.036	-	-0.086	0.005	-0.318	-0.79**
Days to maturity	روز تا رسیدگی	-0.309**	-0.084	-0.059	-	-0.211	0.071	-0.76**
Biological yield/plant	عملکرد زیستی/بوته	0.515**	0.150	-0.002	0.126	-	-0.261	0.62**
Leaf width	عرض برگ	0.476**	-0.057	0.142	-0.046	-0.283	-	0.29*

Residual effect = 0.188

اثر باقیمانده = ۰/۱۸۸

**: Significant in 1% probability level

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

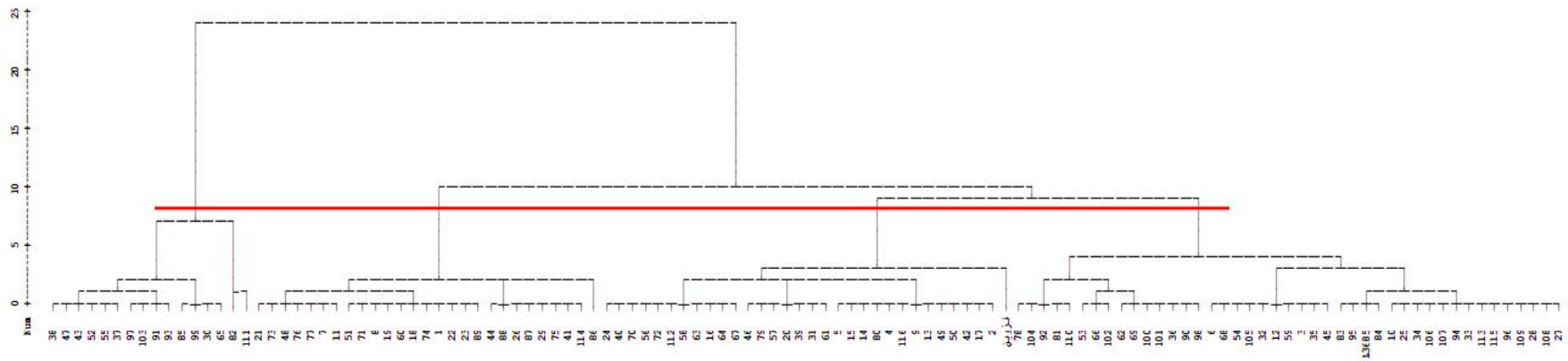
جدول ۶- تجزیه تابع تشخیص برای تعیین نقطه برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای در لاین‌های خالص نوترکیب عدس

Table 6. Discriminant analysis to determine the cut-off point dendrogram of cluster analysis in recombinant pure lines of lentil

تعداد گروه‌ها No. Groups	ویلکس – لامبدا Wilks-Lambda	کای- اسکوئر Chi-square	سطح معنی‌داری Significance level
2	0.112	240.40	0.000
3	0.476	81.59	0.000
4	0.64	29.671	0.000
5	0.912	10.12	0.256

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای صفات زراعی در لاین‌های خالص نوترکیب عدس (میانگین ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲)

Fig. 1. Dendrogram of cluster analysis of agronomic traits in recombinant pure lines of lentil (2012 , 2013)

جدول ۷- میانگین و درصد انحراف از میانگین کل هر گروه از لاین‌های خالص نوترکیب عدس در تجزیه خوشه‌ای

Table 7. Average and deviation of each group from the total mean in recombinant pure lines of lentil in cluster analysis

خوشه Group	تعداد لاین‌ها No. of Lines		عملکرد زیستی/بوته Biological yield/plant	ارتفاع بوته Plant height	طول برگ Leaf length	عرض برگ Leaf width	تعداد غلاف/بوته No. Pods /plant	وزن غلاف/بوته Pods weight /plant	وزن ۱۰۰ دانه 100 Seeds weight	قطر دانه Seed diameter	روز تا گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی Days to maturity	عملکرد دانه/بوته Seed yield/plant
1	29	میانگین Mean	12.47	24.93	2.51	0.84	79.01	1.17	2.29	3.38	75.54	99.92	1.98
		PDT	11.65	-2.05	-22.81	-32.57	5.46	1.87	-5.60	-11.46	2.66	0.29	-20.54
2	32	میانگین Mean	7.72	23.92	3.17	1.19	46.53	0.74	2.35	3.39	74.59	101.27	1.57
		PDT	-42.78	-6.36	2.64	6.25	-60.54	-56.19	-2.90	-11.24	1.42	1.62	-51.55
3	43	میانگین Mean	10.65	26.33	3.31	1.18	72.27	1.23	2.50	4.11	72.70	99.64	2.51
		PDT	-3.50	3.35	6.67	5.42	-3.36	6.33	3.22	8.29	-1.14	0.01	5.05
4	16	میانگین Mean	16.17	26.98	3.29	1.25	130.27	1.73	2.55	4.27	70.25	95.83	4.35
		PDT	31.86	5.69	6.28	11.28	42.66	33.59	5.34	11.72	-4.67	-3.96	45.20
		میانگین کل Total mean	11.02	25.44	3.09	1.11	74.70	1.15	2.42	3.77	73.53	99.63	2.38

PDT: Percentage of deviation from the total mean

PDT: درصد انحراف از میانگین کل

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

نظر عملکرد زیستی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، روز تا گلدهی و رسیدگی دارای درصد انحراف مثبت از میانگین کل بودند (جدول ۷). گروه دوم شامل ۳۲ لاین بود و والد پدری (رقم قزوین) نیز در این گروه قرار گرفت. لاین‌های این گروه که تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی بیشتری داشتند، از نظر طول و عرض برگ دارای ارزش بیشتری از میانگین کل بودند. گروه سوم شامل ۴۳ لاین بود و والد مادری (L3685) نیز در این گروه قرار داشت. لاین‌های این گروه از نظر صفات ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، وزن غلاف در بوته، قطر دانه و تعداد روز تا رسیدگی دارای مقادیر بیشتری نسبت به میانگین کل بودند. گروه چهارم که شامل ۱۶ لاین بود از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی دارای ارزش بالاتری نسبت به میانگین کل بودند و نسبت به سایر لاین‌ها زودتر به گل رفته و دارای تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی کمتری بودند. بطور کلی لاین‌های واقع در گروه چهارم را می‌توان بعنوان لاین‌های مطلوب برای شرایط آب و هوایی شهرکرد در نظر گرفت.

در یک جمع‌بندی، لاین‌های ۱۱۱، ۸۲، ۳۰ و ۸۵ از نظر عملکرد زیستی، عرض برگ، تعداد و وزن غلاف در بوته، روز تا گلدهی و رسیدگی و عملکرد دانه در بوته، لاین‌های برتر بودند. محاسبه پارامترهای ژنتیکی نشان داد که بیشترین مقادیر ضریب تنوع ژنتیکی و فنوتیپی به صفات وزن غلاف در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد زیستی و عملکرد دانه و بیشترین میزان وراثت‌پذیری به وزن غلاف در بوته، روز تا رسیدگی و گلدهی اختصاص داشت. در تجزیه رگرسیون گام به گام، تعداد غلاف در بوته، روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، عملکرد زیستی و عرض برگ به عنوان متغیرهای تاثیرگذار بر عملکرد دانه وارد مدل نهایی شدند. این صفات در مجموع ۸۲/۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین کردند. همبستگی عملکرد دانه با صفات عملکرد زیستی، عرض برگ، تعداد غلاف در بوته و وزن غلاف در بوته مثبت و معنی‌دار و با صفات روز تا گلدهی و روز تا رسیدگی منفی و معنی‌دار بود. نتایج حاصل از تجزیه علیت بر اساس تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد که اثر مستقیم عملکرد زیستی و عرض برگ بر عملکرد دانه بیشتر از سایر صفات بوده و تعداد غلاف در بوته بیشترین اثر غیرمستقیم را بر عملکرد دانه از طریق عملکرد زیستی داشت. با توجه به نتایج سایر تحقیقات، به نظر می‌رسد که این صفات می‌توانند در برنامه‌های اصلاحی به منظور گزینش ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد دانه مورد استفاده قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

References

Aghili, P., A. Imani., H. Shahbazi and Y. Alaei. 2012. Study of correlation and relationships between seed yield and yield components in Lentil (*Lens culinaris* Medik). Ann. Bio. Res. 3: 5042-5045.

Aich, A, S. S. Aich., M. P Shrivastava. 2007. Genetic variability, correlation and co-heritability studies on yield and its components in lentil. J. Interacademicia. 11: 247- 250.

Albayrak, S. and O. Tongel. 2006. Path analysis of yield and yield-related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.) under different rainfall conditions. OMU Zir. Fak. Dergisi. 21: 27-32.

Barghi, S. S., H. Mostafaii, F. Peighami and R. A. Zakaria. 2012. Path analysis of yield and its components in lentil under end season heat condition. Int. J. Agric. Res. Rev. 2(Special issue): 969-974.

Bayoumi, T. Y. 2008. Genetic diversity among lentil genotypes for drought tolerance. J. Agric. Invest. 3: 25-35.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

Bhatt, G. M. 1973. Significance of path coefficient analysis: determining the nature of character association. Euphytica, 22: 89-97.

Bicer, B. T. 2009. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. Afric. J. Biotechnol. 8(8): 1482-1487.

Bicer, B. T. and D. Sakar. 2008. Heritability and path analysis of some economical characteristics in lentil. J. Cent. Euro. Agric. 9(1): 191-196.

Dalbeer, S. N., O. P. Verma and K. K.Kavita. 2013. Correlation and path coefficient analysis for yield attributes in lentil (*Lens culinaris* L.). Int. J. Sci. Res. 8(4): 158-161.

Dixit, R. K., H. L. Singh and S. K. Singh. 2005. Selection criterion in lentil (*Lens culinaris* Medik.). Paper presented at abstracts of Fourth International Food Legumes Research Conference, New Delhi, India, Indian Society of Genetics and Plant Breeding 18-22 October.

Eleweanya, N. P., M. I. Uguru., E. E. Eneobong and P. I Okocha. 2005. Correlation and path coefficient analysis of grain yield related characters in maize (*Zea mays* L.) under umudike conditions of South Eastern Nigeria. J. Agric. Food Environ. Exten. 4(1): 24-28.

FAO. 2014. http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E.

Gupta, R., S. N. Begum., M. M. Islam and M. S. Alam. 2012. Characterization of lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasm through phenotypic marker. J. Bangladesh Agric. Univ. 10(2): 197-204.

Khodambashi, M., N. Bitaraf and S. Houshmand. 2012. Generation mean analysis for grain yield and its related traits in lentil. J. Agric. Sci. Tech. 14: 609-616.

Kumar, R., S. Sharma, B. Malik, A. Dahiya and A. Sharma. 2002. Correlation studies in lentil (*Lens culinaris* Medik). Ann. Bio. 18: 121-123.

Kwon, S. H. and J. H. Torrie. 1964. Heritability and inter-relationship among traits of two soybean populations. Crop Sci. 4: 196-198.

Lafitte, H. R., A. H. Price and B. Courtois. 2004. Yield response to water deficit in an upland rice mapping population: Associations among traits and genetic markers. Field Crops Res. 6: 1237-1246.

Makeen, K., A. Garad, J. Arif and A. K. Singh. 2007. Genetic variability and correlation studies on yield and its components in mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]. J. Agron. 3: 25-34.

Mohammadi, S. A., B. M. Prasanna and N. N. Singh. 2003. Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. Crop Sci. 43: 1690-1697.

Muehlbauer, F. J. 2009. Lentil: improvement in developing countries. p. 137–154. in W. Erskine *et al.* (Eds) the Lentil: Botany, Production and Uses. Oxford. UK., CAB.

Narouie Rad, M. R., M. J. Aghaie, H. R. Fanaie and M. Ghasemie. 2008. Genetic variation in some phenological and morphological traits masses of hot and dry lentils. J. Res. Dev. 78(4): 40-48. (In Persian with English abstract).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

Nuri, M., H. Dashti., Sh. Maddah Hoseini and E. Dehghan. 2014. Assessment of genetic diversity in gene treasury lentils using morphological traits in Bardsir. Iran. J. Field Crop Sci. 45(4): 541-551. (In Persian with English abstract).

Ozer, M. S and F. Kaya. 2010. Physical, chemical and physicochemical properties of some lentil varieties grown in Turkey. J. Food, Agric. Environ. 8: 610-613.

Pérez, M., R. M. Fratini, F. J. Muehlbauer, M. Torres, A.M. Cubero and C. Kole. 2011. Genetics, Genomics and Breeding of Cool Season Grain Legumes. CRC Press.

Porasmaeil, M., F. Qhanavati and A. Beizaei. 2012. Interspecific variation of morphological traits in *Lens nigricans*, *L.ervoides* and *L.odemensis* wild lentil species. Seed Plant Improve J. 1-28, 562-545. (In Persian with English abstract).

Rao, S. K. and S. P. Yadav. 1988. Genetic analysis of biological yield, harvest index and seed yield in lentil. Lens Newsletter, 15, 3-5.

Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Reg. 20: 157-166.

Sadiq, M. S., G. Sarwar and G. Abbas. 2000. Selection criteria for seed yield in mungbean (*Vigna radiata* Wilczek). J. Agric. Res. 38(1): 7-12.

Sarwar, G., A. Ghulam and M. Jawad Asghar. 2013. Quantitative analysis of yield related traits in lentil (*Lens Culinaris* Medik) germplasm. J. Agric. Res. 51(3): 239-246.

Selvaraj, C., I., P. Nagarajan, K. Thiyagarajan, M. Bharathi and R. Rabindran. 2011. Genetic parameters of variability, correlation and path coefficient studies for grain yield and other yield attributes among rice blast disease resistant genotypes of rice (*Oryza Sativa* L.). Afric. J. Biotech. 10(17): 3322-3334.

Singh, M. K. 2014. Character association and path analysis in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). Trends in Biosci. 7(21): 3458-3460.

Sirohi, S. P. S., R. Yadav and S. Meenakshi. 2007. Assaying genetic divergence for morphophysiological traits in lentil (*Lens culinaris* Medik). Plant Arch. 7(1): 331-333.

Tadayyon, A., L. Hashemi and M. Khodambashi. 2011. Effective morphological and phenological traits on seed and biological yield in lentil genotypes in Shahrekord region. Iran. J. Pulses Res. 2(2): 47-62. (In Persian with English abstract).

Tyagi, S. D. and M. H. Khan. 2010. Studies on genetic variability and interrelationship among different traits in microsperma lentil (*Lens culinaris* Medik). J. Agric. Biotech. Sustain. Dev. 2(1): 15-20.

Wang, W., B. Vinocur and A. Altman. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta, 218: 1-14.

Yadav, S. S., D. S. Phogat., I. S. Solanki and Y. S. Tomer. 2003. Characters association and path coefficient analysis in lentil. Indian J. Pulse Res. 16(19): 22-24.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

Younis, N., M. Hanif, S. Sadiq, G. Abbas, M. J. Asghar and M. A. Haq. 2008. Estimation of genetic parameters and path analysis in lentil. Pak. J. Agric. Sci. 45(3):44-48.

Zaid, N., O. Kafawin., H. Halila and H. Saoub. 2003. Genotype by environmental interaction, growth rate and correlation for some lentil (*Lens culinaris*) genotypes grown under arid conditions in Jordan. Dirasat Agric. Sci. 30: 374-383.

Zeinali, H., A. Hoseinzadeh and A. Haghnazari. 2004. Principles of Cultivar Development: Theory and Techniques. Tehran University Press. (In Persian).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

Determination of the most important agronomic traits affecting seed yield in lentil (*Lens culinaris* Medik) recombinant inbred lines

Rahimi, M. H.[1], S. Houshmand[2] and M. Khodambashi[3]

ABSTRACT

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).**

Study of agronomic traits and their relationship with seed yield can identify appropriate ways led to high yielding varieties selection. This experiment was carried out to investigate the relationship between agronomic traits and seed yield of 118 recombinant inbred lines of lentil (derived from the cross L3685 × Qazvin) along with their parents using alpha lattice design with two replications in research farm of Shahrekord University, Shahrekord, Iran, in 2012-13 and 2013-14 growing seasons. Since the effect of incomplete blocks within each replication was not significant, combined analyisi of variance was performed as randomized complete block design. Results showed that effects of year, lines and line×year were significant for all traits except seed diameter. Lines 111, 82, 30 and 85, were superior for phenological characteristics and seed yield. Estimatied genetic parameters showed that the weight and number of pods per plant, biological yield and seed yield had the highest levels of genetic improvement, genetic and phenotypic coefficients of variation. High heritability was observed for weight of pods per plant (h^2=0.70), days to maturity (h^2=0.67) and days to flowering (h^2=0.58). Pearson correlation coefficient showed positive and significant relationship between seed yield and biological yield, leaf width, number and weight of pods per plant as well as a significant negative relationship with days to flowering and maturity. Stepwise regression indicated the important role of these traits (except of weight of pods per plant) in yield detrmination. By performing path analysis based on stepwise regression, biological yield and leaf width had the most direct effect on seed yield, while the number of pods per plant through biological yield had the most indirect effect on seed yield. Cluster analysis based on all traits formed four groups and superior lines were grouped together. According to the results of this experiment, number of pods per plant, biological yield, leaf width, days to flowering and maturity can be recommended as selection criteria for developing of lentil cultivars with high seed yield.

Key words: Agronomic traits, Lentil, Path analysis, Seed yield and Stepwise regression.

Received: May 2016 **Accepted: August 2016**

1- PhD. Student, Shahrekord University, Shahrkord, Iran (Corresponding author) (Email: moh124000@gmail.com)
2- Professor, Shahrekord University, Shahrkord, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]

3- Professor, Shahrekord University, Shahrkord, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1395.18.2.6.7]